

An aerial photograph of a rugged, mountainous landscape. The terrain is characterized by steep, rocky slopes in shades of brown, tan, and purple. A prominent river valley runs vertically through the center-left, with a dark, winding river. At the bottom of the image, a large, dark lake is visible. The overall scene is one of natural beauty and geological complexity.

**В. Г. Трифонов
А. С. Караханян**

**Динамика
Земли
и развитие
общества**

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

Геологический институт



РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ



RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

Geological Institute

THE RUSSIAN FOUNDATION FOR BASIC RESEARCH

Transactions of the Geological Institute RAS

Founded in 1932

Vol. 585

V. G. Trifonov, A. S. Karakhanian

Dynamics of the Earth and Evolution of the Society

OGI
Moscow
2008

Труды Геологического института РАН

Основаны в 1932 г.

Вып. 585

В. Г. Трифонов, А. С. Караханян

Динамика Земли
и развитие общества

ОГИ
Москва
2008

УДК 551.2/3
ББК 26.3
Т69

Ответственный редактор:
М. Г. Леонов

Редакционная коллегия:
М. Г. Леонов (главный редактор), *М. А. Ахметьев*, *Ю. О. Гаврилов* (заместитель главного редактора), *К. Е. Дегтярёв*, *Ю. В. Карякин* (ответственный секретарь), *Ю. Г. Леонов*, *М. А. Семихатов*, *С. Д. Соколов*, *А. В. Соловьёв*, *М. Д. Хуторской*

Рецензенты:
Д. В. Рундквист, *А. М. Гордницкий*

Трифонов В. Г., Караханян А. С.

Т69 Динамика Земли и развитие общества / Труды Геологического института РАН; Вып. 585 / В. Г. Трифонов, А. С. Караханян; Отв. ред. М. Г. Леонов. — М.: ОГИ, 2008. — 436 с.: ил. ISSN 0002-3272

ISBN 978-5-94282-528-7

Человеческое общество, его жизнеобеспечение и развитие образуют сложные системы, в которых взаимодействуют не только социальные, политические, экономические и технологические, но также природные процессы, представленные климатическими изменениями и тектоническими событиями – проявлениями активности разломов и других структурных форм, землетрясениями и извержениями вулканов. Показано воздействие систем этих природных процессов, рассматриваемых в порядке их усложнения, на становление производящей экономики, развитие культурных сообществ и государств на примерах территории Альпийско-Гималайского орогенического пояса от Греции и Причерноморья до Индии и Центральной Азии, а также Европейской России.

Для широкого круга читателей и особенно геологов, геофизиков, геоэкологов, историков.

Издание осуществляется при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований по проекту № 08-05-07044

УДК 551.2/3
ББК 26.3

ISBN 978-5-94282-528-7
ISSN 0002-3272

© В. Г. Трифонов, А. С. Караханян, 2008
© ОГИ, 2008

Введение

В последние годы широкий научный и общественный интерес вызывают проблемы экологии человека — среды его обитания и взаимоотношений человека с ней. Значительную часть этого круга проблем занимает геоэкология — часть экологии, исследующая взаимодействие человека с геолого-географическими аспектами окружающей среды. Человек может существовать в узких рамках природной среды (температура, давление, химический состав воздуха, воды и пищи) и весьма чувствителен к их изменениям, а также к механическим воздействиям и изменениям некоторых геофизических полей. Геоэкологическая обстановка существования человечества складывается из фоновых природных условий, к которым мы приспособились, и их изменений. Последние могут быть результатом как естественных вариаций природной среды, так и наших воздействий на неё, а часто комбинаций того и другого. Изменения параметров среды могут влиять на человека как непосредственно, так и косвенно: через изменения объектов его социальной и хозяйственной деятельности (сооружения, растительный и животный мир, в том числе окультуренный, почва, вода и т. п.). Именно такие воздействия мы имеем в виду, когда говорим об ухудшении экологической обстановки или её улучшении в рамках ноосферной концепции.

Осознание связей человека и окружающей среды и увеличение в последние десятилетия воздействия на природу привели к тому, что экологические и в частности геоэкологические проблемы стали объектами первоочередных научных исследований [Наше общее будущее..., 1989; Горшков, 1995; Кондратьев, Романюк, 1996; Данилов-Данильян, Лосев, 2000; Лосев, 2001] и предметом повышенного внимания со стороны хозяйственной, местной и государственной администрации в России и многих других странах. Большинство современных публикаций и обсуждений геоэкологических проблем посвящено отрицательным воздействиям социально-хозяйственной деятельности на среду обитания и обратным воздействиям преобразованной таким образом среды на человека. Отдавая должное этим аспектам, мы вынуждены заметить, что нередкая переоценка подобных воздействий, так же как господствовавшая в прежние годы стратегия крупномасштабной переделки природы, — проявления антропоцентризма.

Гораздо меньше уделяется внимания исследованию воздействий на жизнедеятельность собственно природных процессов, особенно тех, которые

прямо или косвенно связаны с внутренней активностью Земли. В дальнейшем будем называть их *геодинамическими*. Среди них объектами серьезных исследований и защитных мероприятий, осуществляемых на разных уровнях, вплоть до государственных и международных, стали кратковременные катастрофические природные воздействия — землетрясения, цунами, оползни, наводнения и т. п. Но другие аспекты современных геодинамических процессов, проявляющиеся не столь очевидно, но длительно, и их интегральные воздействия на человека изучены гораздо хуже. В связи с этим уточним прежде всего само понятие природной катастрофы.

Природная катастрофа — это сильное отрицательное воздействие природных явлений или их сочетаний на жизнедеятельность людей в определенной социально-экономической ситуации, которая в значительной мере определяет масштаб катастрофы и её последствия. Рассмотрим в этом аспекте несколько сильнейших землетрясений последнего времени.

Гоби-Алтайское землетрясение 1957 г. в Монголии (магнитуда 8) было самым сильным из всех рассматриваемых, но не привело к серьёзным социальным последствиям, поскольку произошло в слабонаселённом районе. Ашхабадское землетрясение 1948 г. в Туркмении было слабее (магнитуда 7,4), но вызвало огромные (до 35 тыс. человек в г. Ашхабаде и до 10 тыс. в других населённых пунктах [Кадыров, 1990]) потери и почти полное (на 80%) разрушение Ашхабада, поскольку центральная часть плейстоценовой области охватила Ашхабад и его густонаселённые пригороды, где в те годы опыт антисейсмического строительства был минимальным. Несмотря на послевоенные трудности, разрушения были достаточно быстро ликвидированы объединёнными усилиями централизованно управляемой страны. Спитакское землетрясение 1988 г. в Армении было ещё слабее (магнитуда 7). Соответственно, потери были меньше (~25 тыс. человек), но разрушения немногим уступали ашхабадским. Если в случае Ашхабадского землетрясения они были обусловлены почти полным отсутствием антисейсмического строительства, то в случае Спитакского землетрясения его необходимость признавалась, но была реализована лишь для ограниченной части строений на фоне общей некачественности строительства. Последствия землетрясения, несмотря на международную помощь, устранялись долго из-за экономических трудностей в посткоммунистической Армении и блокады, вызванной Карабахским конфликтом. Сан-Францисское землетрясение 1989 г., немногим менее сильное, чем Спитакское, почти не сопровождалось человеческими жертвами, и разрушений было существенно меньше. Это связано и с обучением населения поведению в критической ситуации, и с учитывающим возможные сейсмические воздействия выбором мест застройки, и с высоким качеством антисейсмического строительства. Приведённые примеры с очевидностью показывают влияние социальных факторов на масштабы потерь от экстремальных природных явлений.

Для выработки стратегии поведения общества в ожидании природных катастроф важно иметь в виду, что наряду с такими почти мгновенными катастрофами, как землетрясения, цунами или наводнения, существуют скрытые

катастрофы — природные явления, развивающиеся медленно и приводящие к катастрофическим событиям через десятки и сотни лет. К числу скрытых катастроф относятся оледенения, подъёмы (трансгрессии) и падения (регрессии) уровня моря и больших озёр, опустынивание, заболачивание, эрозия и абразия, плавные тектонические движения. Требуются некие критические эпизоды — наложение более частых флуктуаций природных явлений (например, наложение засушливого сезона на длительно развивающееся иссушение), чтобы скрытая катастрофа стала очевидной. Ещё большие интервалы времени необходимо исследовать, чтобы установить периодичность землетрясений в активных зонах (сейсмотектонические циклы), т. е. среднюю повторяемость событий или эпох частых сильных землетрясений.

Наличие скрытых катастроф и важность оценки закономерностей повторяемости катастрофических явлений обязывают рассматривать геозекологические проблемы в исторической ретроспективе. Без такого направления исследований, названного нами *исторической геозекологией*, нельзя понять роль геозекологических факторов в современной жизни и делать какие-либо прогнозы в этой области. Необходимость исторического подхода определяется и тем, что вариации геодинамических параметров среды оказывали на жизнь людей не только отрицательные, но и положительные воздействия. Осознать их значение можно опять-таки лишь в историческом контексте.

Цель предлагаемой работы — показать роль геодинамических процессов в событиях человеческой истории. Разумеется, не ставится задача систематического обзора всей истории. Это непосильный труд, для которого к тому же пока нет и достаточного сравнительного геодинамического материала. Поэтому мы ограничили предмет исследований в пространстве и во времени. Хотя в работе приводятся примеры из разных регионов, в том числе и российских, основное внимание уделено территории, называвшейся в древности *Восточной Ойкуменой* (от Греции и Египта на западе до Средней Азии и Западной Индии на востоке), поскольку там выявлены древнейшие свидетельства производящей экономики, городов и государств, а современные и недавние проявления геодинамических процессов выразительны и хорошо изучены (в числе других учёных и авторами лично). Временные рамки ограничены заключительной стадией истории *Homo sapiens*, характеризующейся развитием производящей экономики и отвечающей в геологии понятию голоцена (последние 10 тыс. лет). Но даже в таких суженных рамках мы ещё более ограничили круг исторических сопоставлений лишь немногими событиями, имевшими важное значение в становлении и развитии цивилизаций или оставившими глубокий след в памяти человечества.

Вслед за М. И. Нейштадтом [1985] мы подразделяем голоцен на ранний, средний и поздний. Их границы проводятся на рубежах ~7,8 тыс. лет назад (начало VI тысячелетия до н. э.) и 2,5 тыс. лет назад (середина I тысячелетия до н. э.). Ранний голоцен соответствует борейальному климатическому периоду. Средний голоцен вмещает атлантический и суббореальный периоды, граница которых ~4,6 тыс. лет (первая половина III тысячелетия до н. э.). Поздний голоцен отвечает субатлантическому периоду. Древний

голоцен М. И. Нейштадта (12–10 тыс. лет назад) мы относим к концу плейстоцена, называя его позднеледниковой эпохой.

В книге рассматривается, как воздействовали на жизнедеятельность людей процессы, прямо или косвенно связанные с современной геодинамикой, т. е. с внутренней жизнью Земли. Это активная тектоника, и в частности движения по разломам, проявляющиеся как в смещениях и преобразовании земной поверхности, так и в землетрясениях, геофизических полях, распределении геохимических аномалий и источников подземных вод; извержения вулканов; изменения климата. С ними связано большинство других геологических явлений, происходящих на поверхности Земли.

Термин «активная тектоника» [Active tectonics, 1986] был введён по аналогии с ранее утвердившимся термином «активный разлом» для обозначения тектонических проявлений, имеющих место сейчас или ожидаемых в ближайшем будущем. Из-за неравномерности проявлений тектонических движений необходимо исследовать некий максимально приближенный к современности временной интервал развития структуры, и в частности разлома, чтобы оценить параметры их активности. Разные исследователи принимают разную длительность этого интервала: от голоцена [Allen, 1975] до ~400 тыс. лет [Nikopov, 1995]. На основе исследований, выполненных на западе США и в Альпийско-Гималайском горном поясе, мы пришли к выводу, что в подвижных поясах необходимым и достаточным интервалом времени является поздний плейстоцен — голоцен, т. е. последние 100–150 тыс. лет [Трифонов, 1983; Trifonov, Machette, 1993]. В слабо подвижных областях, где проявления активности редки и малы по амплитудам, для оценки активности приходится включать в исследуемый интервал и средний плейстоцен, т. е. принимать его в объеме последних 700 тыс. лет. Такое понимание терминов «активный разлом» и «активная тектоника» используется в дальнейшем описании. Что же касается сейсмичности, включая её следы в геологических слоях (палеосейсмичность) и древних сооружениях (археосейсмичность), то сам характер материала не даёт возможности выйти в большинстве регионов за пределы голоцена.

Рассмотрение климатических изменений в ряду геодинамических явлений требует пояснения. Геодинамические явления отчасти обуславливают похолодание последних миллионов лет. Так, высокая сомкнутость континентов, обилие суши и гор увеличивает теплоотдачу планеты и усиливает контрастность климатической зональности. Установлены эпизоды и эпохи похолодания, связанные с усилением выброса пепла в атмосферу при субаэральных эксплозивных вулканических извержениях [Мелекесцев, 1980]. Однако в течение голоцена прямые воздействия геодинамики на климат не были определяющими. Но, как будет показано в главе 5, корреляция между двумя этими группами явлений существует и может быть следствием воздействия на обе группы изменений параметров орбиты вращения Земли и некоторых астрономических факторов.

Требует комментариев применение термина «цивилизация», который используется в литературе двояко [Сравнительное изучение..., 1999]. В общем смысле он применяется для выделения стадии развития общества, противопос-

твляемой предшествующей стадии первобытной культуры, или дикости. Стадию цивилизации характеризуют сравнительно высокая степень политической (государство) и общественной (урбанизация и иерархия поселений) организации общества, разделение труда, наличие коммуникаций и письменности. Цивилизация опирается на производящую экономику, которая сложилась раньше других её атрибутов и явилась их обязательной предпосылкой. В Восточной Ойкумене производящая экономика зародилась в начале голоцена.

В более узком смысле цивилизация понимается как «социокультурная общность, формируемая на основе универсальных, т. е. сверхлокальных ценностей, получающих выражение в мировых религиях, системах морали, права, искусства» [Сравнительное изучение..., 1999, с. 25]. Цивилизации в таком понимании различаются не только культурой, но отчасти также общественными, и в частности производственными, отношениями — формами общественной жизни, организации производства, степенью зависимости индивидуума от общества и государства. Цивилизация может быть сверхгосударственной (западноевропейская цивилизация, позднее ставшая западноевропейско-североамериканской) или монегосударственной, где одно государство резко превалирует (римско-эллинская и китайская цивилизации на некоторых этапах развития). Происходящая сейчас глобализация экономики и коммуникационных систем сближает цивилизации и нивелирует их различия. Однако о переходе к единой глобальной цивилизации говорить преждевременно. В недооценке различий цивилизаций кроется, как представляется, источник некоторых серьёзных геополитических просчётов.

Среди историков бытуют, нередко сочетаясь, два подхода к интерпретации исторических событий: формационный и циклический. Как справедливо отметил В. М. Массон [1998, с. 1], «в формационном подходе имеются как позитивные, так и негативные аспекты. В той форме прямолинейной политизации, в которой этот подход утверждался в отечественной науке, наиболее негативное значение имели прямолинейная догматизированная приверженность эволюционизму и убогая ограниченность понятийной сетки». Вместе с тем общая направленность смены формаций и то внимание, какое уделяли классики марксизма производственной базе и социально-экономическим процессам, бесспорно, сохраняют свое значение в оценке событий исторического развития.

Сторонники циклического подхода, применявшие его к развитию как цивилизации [Шпенглер, 1998; Тойнби, 1991], так и отдельных этносов на разных стадиях их культурной организации [Гумилёв, 1990], отмечали в эволюции этих сообществ стадии подъёма, расцвета, зрелости и старения, неизменно приводившего к деградации. При сравнении разных цивилизаций и этносов обнаружилась сходная продолжительность циклов такого развития и его стадий. В аспектах, обсуждаемых в предлагаемой книге, особенно интересны замечания Л. Н. Гумилёва [1990, 1998], связывавшего циклическость развития этносов с количеством и ролью активных членов сообщества («пассионариев») и предполагавшего, что их массовое появление на стадии зарождения этноса могло определяться генетическими причинами, обусловленными природными изменениями.

Реальная картина исторического развития сложнее двух обсуждаемых моделей. С одной стороны, в смене формаций выявлены локальные выпадения, а многообразие проявлений общественной жизни порой делает отнесение того или иного сообщества к определенной формации весьма условным. С другой стороны, развитие этноса нередко прерывалось или усложнялось воздействием соседей, а заключительная («мемориальная») фаза могла на долго затянуться и ознаменоваться важными историческими деяниями. Тем не менее на фоне формационных изменений «в конкретной истории периоды прогрессивного развития зачастую сменялись упадком, стагнацией и даже деградацией, что... позволяет говорить о своего рода ритмах культурогенеза» [Массон, 1998, с. 1].

Мы воспользовались историческими категориями В. М. Массона [1999], который выделил три принципиальных скачка в развитии человечества. Первый такой скачок — само становление *Homo sapiens*, сопровождавшееся позднепалеолитическим развитием каменной индустрии, появлением жилищ, одежды и предметов искусства. Вторым скачком была «неолитическая революция» — возникновение производящей экономики. Она привела к формированию ранних комплексных обществ с признаками зарождающегося социального и имущественного расслоения. Его археологически определяемыми показателями являются: иерархия поселений с дифференциацией строений; монументальные культовые сооружения или богатые гробницы, свидетельствующие о выделении вождей или знати; развитие специализированных ремёсел и обмена или торговли на дальние расстояния. Третьим скачком было появление первых государственных образований, объединяемых в цивилизации, которые в конечном счёте сформировали те основные черты общественной жизни и социальной организации, которые присущи человечеству по сей день. Внешние признаки возникновения цивилизации — монументальная архитектура, города и письменность.

Первым крупным обобщением авторов по обсуждаемой проблеме стала книга «Геодинамика и история цивилизаций» [Трифонов, Караханян, 2004]. Она вызвала широкие отклики — обсуждение на Президиуме РАН и телеканале «Культура», положительные рецензии в российской и зарубежной печати [Артюшков, 2005; Гарецкий, Карабанов, 2005; Бакиров, Миколайчук, 2006], газетные публикации. Вместе с тем книга имела, по мнению авторов, ряд недостатков. Во-первых, она нуждалась в разъяснении методов изучения и значения данных активной тектоники, понятных лишь узкому кругу специалистов. Во-вторых, книга была перегружена детальными описаниями активной тектоники и климата регионов и геoarхеологических исследований авторов, интересными специалистам, но затруднявшими её восприятие учёными смежных областей, тогда как целью авторов было именно комплексное восприятие проблемы. В-третьих, в книге не был использован полностью главный инструмент исследований авторов — системный подход к анализу соотношений событий природы и человеческой истории. Наконец, книга была опубликована столь малым тиражом (500 экз.), что сразу стала библиографической редкостью. Предлагаемая книга призвана воспол-

нить эти недостатки. В ней получили отражение также новые интересные данные авторов по обсуждаемой проблеме.

Главная особенность представляемого подхода к исследованию воздействий геодинамики на жизнь общества — *системный анализ связей* проявлений природных процессов между собой и с событиями истории и современной жизни общества. В природе и обществе мы имеем дело с системами процессов, которые, взаимодействуя, образуют определённые структуры. Они могут быть элементарными составляющими более крупных систем. В этом смысле системы разноранговы и построены иерархически. Связи между объектами или системами многообразны, и мы в зависимости от решения конкретной задачи рассматриваем лишь те из них, которые относятся к данному сложному процессу или явлению. Почти все обсуждаемые ниже явления и структуры являются открытыми диссипативными системами, через границы которых осуществляется обмен энергией и веществом. Системный подход к исследованию влияния геодинамики на человеческие сообщества позволяет избежать «геодинамического» детерминизма.

Предлагаемая книга построена в соответствии с изложенными задачами и принципами системного подхода. Рассматриваются не отдельные природные процессы, а их взаимосвязанные группы и их интегральное воздействие на человека и общество, причём книга построена «по восходящей» от сравнительно простых и понятных связей к более сложным. Глава 1 посвящена воздействию на общество системы развития активных разломов и сильных землетрясений, а глава 2 — воздействию взаимосвязанных проявлений активной тектоники и современного вулканизма. В главе 3 описаны соотношения климатических и тектонических событий и их интегральное воздействие на становление и развитие производящей экономики. Глава 4 посвящена таким важным для приморского населения явлениям, как колебания уровня моря под совместным влиянием климатических изменений и тектонических процессов. В главе 5 вскрывается ритмичность климатических и тектонических событий как фактор общественного развития. Анализируются их разночастотные вариации и объясняется синхронность климатических и тектонических ритмов. В главе 6 подводятся итоги выполненного системного анализа, обсуждаются место человека в природе и проблемы устойчивого развития общества.

Очерченный круг задач включает изучение, анализ и сопоставление процессов и явлений, обычно рассматриваемых изолированно учёными разных специальностей: геологами, геофизиками, географами, генетиками, археологами и историками. В каждой из этих наук есть свои ограничения разрешающей способности методов и соответственно достоверности и точности результатов. Это относится и к оценкам значимости тех или иных явлений, и к их датировкам. При анализе исторических материалов, будь то первичные источники или их интерпретация, мы столкнулись с дополнительными идеологическими и социально-психологическими трудностями, зависящими от национальных традиций и пристрастий. При сопоставлении таких разнородных данных достоверность результатов ещё более понижалась. Мы осознавали достаточно высокую вероятность ошибочных заключений и ги-

потетичность некоторых выводов и старались уменьшить возможные ошибки, избегая излишней конкретизации и однозначного истолкования корреляционных связей. Насколько это удалось, судить читателю.

Влияние геодинамических процессов наиболее ярко сказалось на ранних стадиях развития общества, но проявляется по сей день. И то, и другое показано в книге.

Главы 1–3 написаны В. Г. Трифоновым и А. С. Караханяном, а остальные В. Г. Трифоновым. Разделы, посвящённые методике изучения активных разломов и палеосейсмичности, написаны совместно с А. И. Кожуриным, разделы, посвящённые сейсмичности, — при участии Е. Р. Сенько, а раздел о современных колебаниях уровня Каспия — совместно с Т. П. Ивановой. В получении полевых материалов, изложенных в книге, принимали участие: А. Авагян, О. Азизбекян, А. Багдасарян и Д. Хондкярян (Армения), Р. А. Агамиров (Азербайджан), И. Мариолакос, А. Чатзипетрос и Р. Капуто (Греция), Д. М. Бачманов (Иран, Сирия и Тамань), Т. П. Иванова (Иран, Сирия, Средняя Азия, Турция), А. И. Кожурин, Е. А. Рогожин, М. Хадеми, Хессами и Ф. Джамали (Иран), А. Е. Додонов, М. Рукие, О. Аммар, А.-М. Ал-Кафри, Х. Минини, Т. Заза и Ю. Эль-Хаир (Сирия), М. Л. Копп, В. К. Кучай, В. И. Макаров, Л. М. Расцветаев, С. Ф. Скобелев и П. В. Флоренский (Средняя Азия), С. Павлидес (Греция и Турция), С. З. Туткун, С. Озден, О. Атес, А. Курсер, М. С. Байрактутан и Е. Виттори (Турция). Полевые экскурсии в Израиле организовали И. Карч и А. Март, в Китае — Динг Гуою, в Западной Турции — С. З. Туткун и С. Павлидес.

Радиоуглеродное датирование собранных нами проб выполнили Л. Д. Сулержицкий в Геологическом институте РАН и Х. С. Арсланов в С.-Петербургском университете. Уран-иониевое датирование плейстоценовых раковин из Загроса и Сирии сделали Х. А. Арсланов и В. Ю. Кузнецов, а термолюминисцентные определения иранских образцов — сотрудники Музея древней истории в Тегеране. Весьма полезными были определения керамики и археологические консультации П. Аветисяна и Р. Бадаляна (Армения) и Н. Салиби и А. Ф. Теракджи (Сирия), а также определения видовой принадлежности ископаемых млекопитающих и их наскальных изображений, сделанные Э. М. Вангенгейм. Неоценимую помощь оказали консультации и советы Ю. Г. Леонова, В. М. Массона, Е. Е. Милановского, С. Н. Рериха, Д. В. Рундквиста, А. Л. Яншина, Н. Н. Воронцова и Е. А. Ляпуновой, К. Шатанье, Р. Т. Джрбашяна, А. Е. Додонова, В. И. Жегалло, К. Х. Кушнарёвой, Ю. А. Лаврушина, Д. В. Лопатина, К. С. Лосева, А. А. Никонова, С. Стироса, С. К. Татевян, В. И. Уломова, В. Н. Холодова, А. Л. Чепалыги, Н. М. Чумакова и С. С. Шульца мл. Оформить книгу помогли С. Аракелян, Д. М. Бачманов и Р. В. Трифонов.

Всем перечисленным лицам авторы выражают глубокую признательность.

Работа над книгой была поддержана Программой № 5 Отделения наук о Земле РАН «Геодинамика и механизмы деформирования литосферы». Издание книги осуществлено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований по проекту № 08-05-07044.

Активная тектоника и общественное развитие

Тектонические землетрясения, а таковыми признаются все сильные сейсмические события, — это колебания в горных породах, связанные с образованием разломов на глубине и смещениями по ним. Очаг землетрясения, т. е. область, где при таком событии снимаются накопленные тектонические напряжения, занимает тот или иной объём горных пород. Он может иметь форму пластины, вытянутой вдоль разлома, или представлять собой более сложное образование, примыкающее к зонам нескольких разломов. Когда очаг находится в верхней части земной коры (обычно не глубже ~20 км), смещения по активизированным при землетрясении разломам нередко достигают земной поверхности и доступны для непосредственного изучения. Форму очага можно установить также по распределению афтершоков — сравнительно слабых сейсмических событий, сопровождающих сильное землетрясение. Механизмы главного толчка и афтершоков, определяемые сейсмологическим методом, позволяют судить о типе подвижек в очаге.

Изучая современные землетрясения, сейсмологи обнаружили, что их эпицентры, т. е. проекции центров очагов на земную поверхность, нередко группируются в линии, примерно совпадающие с зонами активных разломов. Эта связь становится ещё более очевидной, если учесть угол наклона, под которым разлом уходит на глубину, и сопоставить с ним гипоцентры, т. е. центры очагов землетрясений. Связь сильных землетрясений с активными разломами земной коры, а именно такие землетрясения наиболее разрушительны, делает характеристики активных разломов важнейшими прогностическими признаками сейсмической опасности и параметров возможных будущих землетрясений. На этой связи основана, в частности, методика построения карт общего сейсмического районирования России ОСР-97 [Уломов, Шумилина, 1999].

1.1. Как изучать активные разломы?

Различные аспекты методики выявления, параметризации и картирования активных разломов описаны в работах: [Wallace, 1968, 1977; Allen, 1975; Солоненко и др., 1968; Никонов, 1977; Трифонов, 1976, 1983, 1985]. Методика основана на комплексе аэрокосмических и наземных методов, позволяющих опознать активный разлом по его проявлениям в рельефе и молодых отложениях, закартировать зону связанных с ним нарушений

и деформаций, определить тип, величину и среднюю скорость перемещений, а также режим — распределение движений во времени. Под типом перемещений понимается направление движения крыльев разлома относительно его плоскости, называемой сместителем (рис. 1). Если крылья перемещаются вдоль сместителя по горизонтали, разлом называют правым или левым сдвигом. Если встать на линию сдвига и смотреть вдоль него, то крылья правого сдвига перемещаются друг относительно друга по часовой стрелке, а левого сдвига — против часовой стрелки. Другие типы разломов возникают при перемещении крыльев поперёк направления сместителя и зависят от его наклона. Если сместитель наклонён в сторону опускающегося крыла, то крылья, смещаясь по вертикали, отъезжают одно от другого. Такой разлом называют сбросом. Если сместитель наклонён в сторону поднимающегося крыла, то крылья, смещаясь по вертикали, сближаются. Такой разлом называют взбросом, если наклон сместителя круче 45° , или надвигом, если сместитель положе. При определении типов учитывается относительное перемещение крыльев, и неважно, какое из них действительно движется, а какое стоит на месте или движется медленнее. Если это удаётся установить, то можно, например, говорить не о надвиге, а о поддвиге, если движется опускающееся крыло. Перемещения часто происходят не

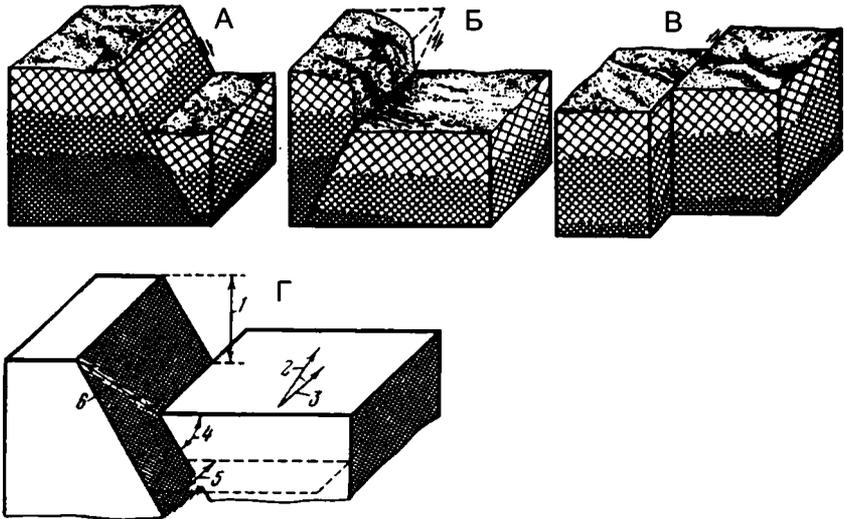


Рис. 1. Типы смещений по активным разломам

A — сброс; B — взброс или надвиг; V — сдвиг; Г — косое смещение: 1 — вертикальная компонента, 2 — азимут сдвига, 3 — азимут полного смещения, 4 — угол наклона сместителя, 5 — сдвиговая компонента, 6 — полное смещение

вдоль или поперёк разлома, а наискось. Возникают левые сбросо-сдвиги, правые сдвиги-взбросы и т. п. Для уточнения типа движений большое значение имеют подвижки в зонах разломов при сильных землетрясениях.

Предварительное распознавание и картирование активных разломов основано, во-первых, на выявлении линейности в расположении эпицентров землетрясений (считается, что они приурочены к зоне разлома) и, во-вторых, на анализе неотектонических данных. Последние представляют суммарный результат тектонических движений за новейший этап структурообразования, охватывающий последние миллионы лет. Поскольку этот этап продолжался долго, не все элементы новейшей структуры сохраняют активность до сих пор, и для выявления активных разломов важно определить тенденции неотектонического развития территории и выделить области самых молодых деформаций. Сохраняющаяся неопределенность в выделении активных разломов устраняется путём анализа материалов аэрокосмической съемки. На них признаком активности является нарушение разломом поверхности молодых отложений и форм рельефа (рис. 2). Окончательное



Рис. 2. Таласо-Ферганский активный правый взбросо-сдвиг на космическом снимке первичного масштаба 1:500 000 [Trifonov et al., 1992]. Видны правые смещения и изгибы водотоков в зоне разлома и поднятие его юго-западного крыла (на рисунке внизу)

решение об активности разлома принимается после полевой проверки. Наилучшие результаты даёт изучение пересекаемых разломом речных долин — изменения их формы, продольного профиля, количества, высоты и разреза террас. Активные разломы проявляются также приуроченностью к ним молодых вулканических построек, мелких озер, родников, распределением заболоченных участков и разных типов растительности, линейными очертаниями побережий крупных озёр и морей.

Существенную помощь в определении активности разломов могут оказать повторные геодезические наблюдения, среди которых наиболее эффективным средством является спутниковая система GPS-измерений. На современную активность указывают выявляемые различия в скоростях и направлениях относительного перемещения крыльев разлома.

Предварительные соображения о типе разлома могут быть получены с помощью анализа рисунка разломной зоны на аэрокосмических изображениях. Сбросовые зоны отличаются значительной шириной и состоят из ряда нарушений, расположенных беспорядочно, но простирающихся в одном направлении. В вулканических областях к ним могут быть приурочены цепочки вулканов. Надвиговые зоны нередко имеют дугообразный (выпуклый в направлении надвигания) фестончатый рисунок. Характерно омоложение разрывов в направлении надвигания, причём такой ряд надвигов, как показывают геофизические данные, может на глубине сливаться в единую поверхность срыва.

Сдвиги наиболее прямолинейны и компактны. Их могут осложнять опережающие нарушения, которые представляют собой сдвиги, простирающиеся под очень острым углом к основному разлому (сколы Риделя), или сбросы и раздвиги, простирающиеся под большим углом к нему. Оперяющими к сдвигу могут быть и ряды примыкающих к нему структур сжатия — надвигов, взбросов и складок. Их простираение отличается на $\sim 90^\circ$ от простираения оперяющих структур растяжения. Иногда сдвиг выражен на поверхности только оперяющими структурами. Крупные сдвиги нередко состоят из сегментов, расположенных эшелонированно друг относительно друга. В результате сдвигового перемещения между сегментами возникают осложняющие структуры (дуплексы), которые, в зависимости от взаимного положения сегментов, характеризуются условиями либо сжатия, либо растяжения (рис. 3). Структуры растяжения, где сдвиги приобретают сбросовую компоненту перемещений и сочетаются со сбросами и раздвигами, часто выражены вытнутыми вдоль разлома впадинами, называемыми pull-apart. В отличие от них, приразломные дуплексы с дополнительным сжатием нередко выражены в рельефе молодыми поднятиями [Sylvester, 1988], но могут образовывать и приразломные вдавленные (рамповые) впадины, которые мы назвали впадинами push-inside. Оперяющие и осложняющие структуры помогают диагностировать сдвиги.

Полевая диагностика активных надвигов, взбросов и сбросов основана на определении наклона сместителя и вертикального смещения по разлому. Наклон сместителя определяется в естественных обнажениях, горных выработках и скважинах, а также по искривлению линии разлома на пересече-

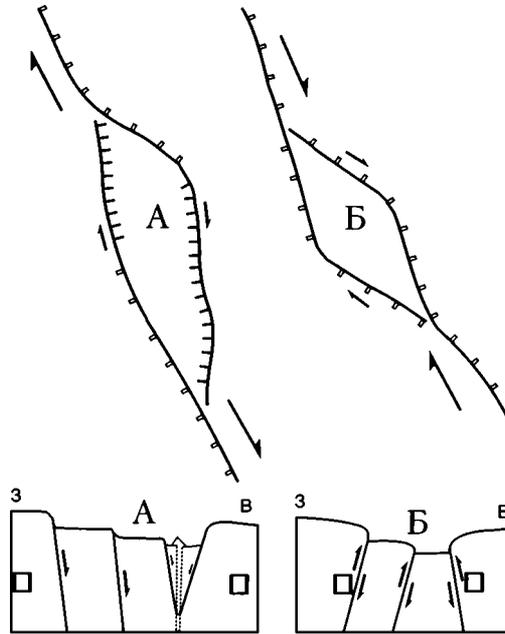


Рис. 3. Принципиальные схемы присдвиговых впадин

А – растяжения (pull-apart); Б – сжатия (push-inside)

нии с неровностями рельефа. Вертикальные смещения проявляются в речных и овражных долинах, пересекаемых разломом. Если вертикальная составляющая перемещения была противоположной уклону долины, она на время могла оказаться подпруженной и в ней отлагались относительно тонкие осадки. В современном продольном профиле долины такая подвижка фиксируется выположенным участком. Если вертикальное перемещение происходило в направлении уклона долины, нарушенный профиль равновесия мог восстанавливаться по-разному. В одних случаях формировался дополнительный врез в поднятом крыле и прежнее днище становилось террасой. В других случаях терраса возникала в обоих крыльях, но её высота в поднятом крыле оказывалась выше, чем в опущенном. В более общем случае терраса не возникала. Приразломный уступ разрушался, и его материал переотлагался ниже по течению. Смещение фиксируется повышенной крутизной участка продольного профиля долины в зоне пересечения с активным разломом. Такую же информацию могут дать изменения высоты и строения береговых террас озёр и морей.

Изучая сейсмогенный разрыв Кумдагского землетрясения 1983 г. в Юго-Западной Туркмении, мы убедились, что наряду с разрывным смещением на величину до 35 см при землетрясении произошёл изгиб крыльев ещё на 15 см, охвативший приразломную полосу до 15 м от разлома. У крупных разломных зон такая полоса шире. Неоднократные геодезические измерения, выполненные в Северо-Анатолийской правосдвиговой зоне (САЗР) техникой GPS, показали скорости перемещений до 15 мм/год в центре и 20 мм/год в западных и восточных сегментах зоны [McClusky et al., 2000]. Это согласуется с установленными геологическим методом скоростями четвертичного сдвига, которые изменяются вдоль зоны от 13 мм/год в центре до 18–20 мм/год на западе и востоке [Trifonov, Karakhanian, Kozhurin, 1994]. В более широкой приразломной полосе (~100 км) различия «геодезических» скоростей движений северного и южного крыльев зоны достигают 20–25 мм/год [McClusky et al., 2000], что указывает на присутствие рассеянной сдвиговой деформации, на долю которой приходится 20–25 % суммарного смещения.

Изложенные факты и соображения не исчерпывают всего разнообразия методических подходов к изучению активных разломов, но дают представление о сложности проблемы.

1.2. Активные разломы Евразии

1.2.1. Общий обзор

На глобальном уровне рассмотрения современных тектонических процессов бóльшая часть Евразии представляет собой единую литосферную плиту, обрамлённую поясами активных нарушений. В пределах поясов различаются зоны разломов с сопутствующими им более мелкими разрывами, складчатыми деформациями и иногда областями вулканизма. Между такими зонами нередко заключены малые плиты и микроплиты, охватывающие на глубину земную кору или всю литосферу. Крупнейший активный пояс протягивается вдоль Тихого океана. По нему Тихоокеанская плита сближается с Евразией, пододвигается под неё и погружается в мантию Земли. Это проявляется в землетрясениях, вплоть до сильнейших, и интенсивном вулканизме. Другой пояс разделяет литосферные плиты Евразии и Северной Америки. Смыкаясь с Западно-Тихоокеанским поясом в районе Охотского моря, он следует вдоль горной системы Черского к устью р. Лены. В этой части пояс характеризуется разнонаправленными тектоническими движениями на фоне преобладающего поперечного сжатия, т. е. коллизии плит. Далее пояс проходит через Северный Ледовитый океан и Северную Атлантику, где выражен рифтовыми зонами срединно-океанических хребтов и рассекающими их трансформными разломами. В этой части пояса гос-

подступают условия растяжения, при которых из мантии к поверхности поступает глубинный магматический материал и происходит наращивание литосферы.

На юге, от Испании до Индонезии, протягивается Альпийско-Гималайский коллизийный пояс, отделяющий Евразийскую плиту от плит южного (гондванского) ряда. Они включают континенты и субконтиненты Австралии, Индии, Аравии и Африки и соседние области Индийского океана, Восточного Средиземноморья и востока Атлантики. Альпийско-Гималайский пояс гетерогенен. Его восточная часть образована Андамено-Индонезийской островной дугой, сходной с аналогичными дугами западного обрамления Тихого океана и на востоке смыкающейся с ними. Западнее, в Центральной Азии, пояс образован горными системами, разделёнными межгорными впадинами и слабодеформированными блоками (микроплитами). Далее к западу высота гор уменьшается и впадин становится больше. Наконец, европейская часть пояса представляет собой причудливое сочетание гор и впадин, частично заполненных водами Эгейского моря и Западного Средиземноморья. В целом, пояс сжимается из-за сближения южных плит с Евразийской плитой. Поскольку в процессе северного дрейфа южные плиты испытывали вращение с полюсом на западе, интенсивность структурных проявлений дрейфа, в том числе выраженных амплитудами и скоростями перемещений по активным разломам, возрастает от европейской части пояса к Центральной Азии, где находятся высочайшие горные системы. Азоро-Гибралтарская зона активных разломов связывает западную, относительно слабо активную, часть пояса со Срединно-Атлантическим хребтом.

В пределах Альпийско-Гималайского пояса известны сильнейшие землетрясения, по своим энергетическим параметрам соизмеримые с сильнейшими землетрясениями окраин Тихого океана, хотя в целом сейсмическая (как и вулканическая) активность здесь слабее, чем на тихоокеанских окраинах. Но территория пояса густо заселена и была колыбелью цивилизации. Поэтому происходившие здесь геодинамические катастрофы были особенно ощутимыми и оказали заметное влияние на историческое развитие.

Для целей дальнейшего рассмотрения наиболее интересна территория, называвшаяся в древности Восточной Ойкуменой, — часть пояса от Греции до Центральной Азии (рис. 5). Крупные поперечные зоны разломов разделяют её на несколько сегментов. В пределы указанного региона целиком попадает Аравийско-Иранский сегмент и части двух соседних с ним сегментов: Адриа-Эгейского и Памиро-Гималайского. В строении сегментов есть сходные черты. Так, каждый сегмент ограничен с запада простирающейся на северо-северо-восток системой слабо изогнутых активных разломов, продолжающейся в плиты южного ряда. Такой границей Адриа-Эгейского и Аравийско-Иранского сегментов является Левантская левосдвиговая зона (Трансформера Мертвого моря), надстраивающаяся на северо-восток Восточно-Анатолийской зоной. На юге Левантская зона смыкается с рифтом Красного моря, продолжающимся на юго-восток рифтом Аденского залива и срединно-океаническим хребтом Индийского океана.

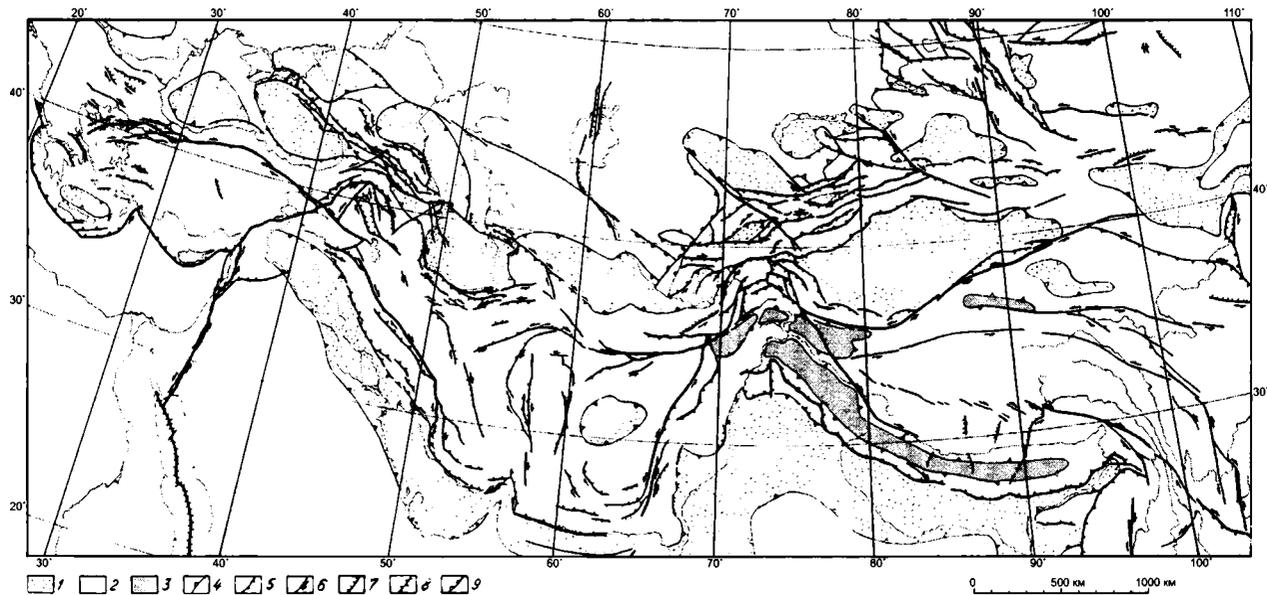


Рис. 5. Схематичная неотектоническая карта Восточной Ойкумены – Восточного Средиземноморья, Западной и Центральной Азии

1 – крупные межгорные и предгорные впадины; 2 – горные системы; 3 – высочайшие горные сооружения; 4 – границы гор и межгорных впадин; 5–9 – разломы, проявившие активность в четвертичное время (крупнейшие разломы выделены утолщёнными линиями): 5 – надвиг или взброс, 6 – сдвиг, 7 – сброс, 8 – раздвиг, 9 – флексура

Современная граница Аравийско-Иранского и Памиро-Гималайского сегментов образована системой левых сдвигов, из которых крупнейшими являются Дарвазский сегмент Дарваз-Алайской зоны и Чаманский разлом. Последний переходит на юге в кулисный ряд нарушений, продолжающихся в Индийский океан. Восточная граница Памиро-Гималайского сегмента представлена на севере сдвиговой бирманской частью Андаманской дуги и продолжается на юг в океан разломами Восточно-Индийского хребта. Указанные поперечные зоны имеют эшелонированное строение, причём между подставляющими друг друга сдвиговыми сегментами местами развиваются впадины типа pull-apart. Они наиболее типичны для Левантской зоны (впадины зал. Акаба, Мертвого и Галилейского морей, Эль-Габ и др.). Вместе с тем вдоль границ сегментов, особенно на участках их отклонения к северо-востоку, есть и проявления сжатия, представленные взбросовой компонентой движений и параллельными разломами складками.

В пределах сегментов активные структуры простираются в целом с СЗ на ЮВ, испытывая характерные искривления. В центре каждого сегмента его юго-западный край очерчивает плавную дугу, выпуклую к юго-западу, а северный выступ каждой южной плиты облекается тектоническими зонами пояса, образуя крутые выпуклые к северу дуги главных синтаксисов: Малокавказского и Пенджабско-Памирского. Западные фланги синтаксисов образованы упоминавшимися выше левыми сдвигами на границах сегментов, а вдоль северо-восточных флангов развиваются правые сдвиги. Главные синтаксисы являются областями локальной трансформации общего северо-восточного дрейфа южных плит в меридиональный дрейф. На восточных краях сегментов выделяются меньшие синтаксисы: Родосский между Крито-Эллинской и Кипрской дугами, Оманский между Загросом и Макраном и Ассамский восточнее Гималаев. С Оманским синтаксисом, возможно, связана Аладаг-Биналудская дуга севернее Лутского массива Ирана.

Наряду с границами синтаксисов и южными флангами Альпийско-Гималайского пояса, активные разломы многочисленны как внутри синтаксисов, так и между ними и к северу от них. На северо-восточном фланге пояса границы сегментов несколько размываются, не будучи выражены конкретными зонами поперечных нарушений. Тем не менее даже в таком размытом виде они достаточно очевидны. Так, продолжение границы Адриа-Эгейского и Аравийско-Иранского сегментов прослеживается по западному краю Малого Кавказа и севернее отделяет горную часть Большого Кавказа от его северо-западных отрогов и Черноморской впадины. Продолжение границы Аравийско-Иранского и Памиро-Гималайского сегментов соответствует западному краю горного Тянь-Шаня. Наиболее широкий пояс активных нарушений охватывает Центральную Азию к северу от Гималаев. Разломы группируются в крупные зоны, которые простираются вдоль горных хребтов и отделяют менее нарушенные области, нередко образующие обширные впадины.

Активные разломы Восточной Ойкумены подробно описаны нами ранее [Трифонов и др., 2002; Трифонов, Караханян, 2004, и др.]. В этих публикациях приведены и обширные списки использованной литературы. Поэтому

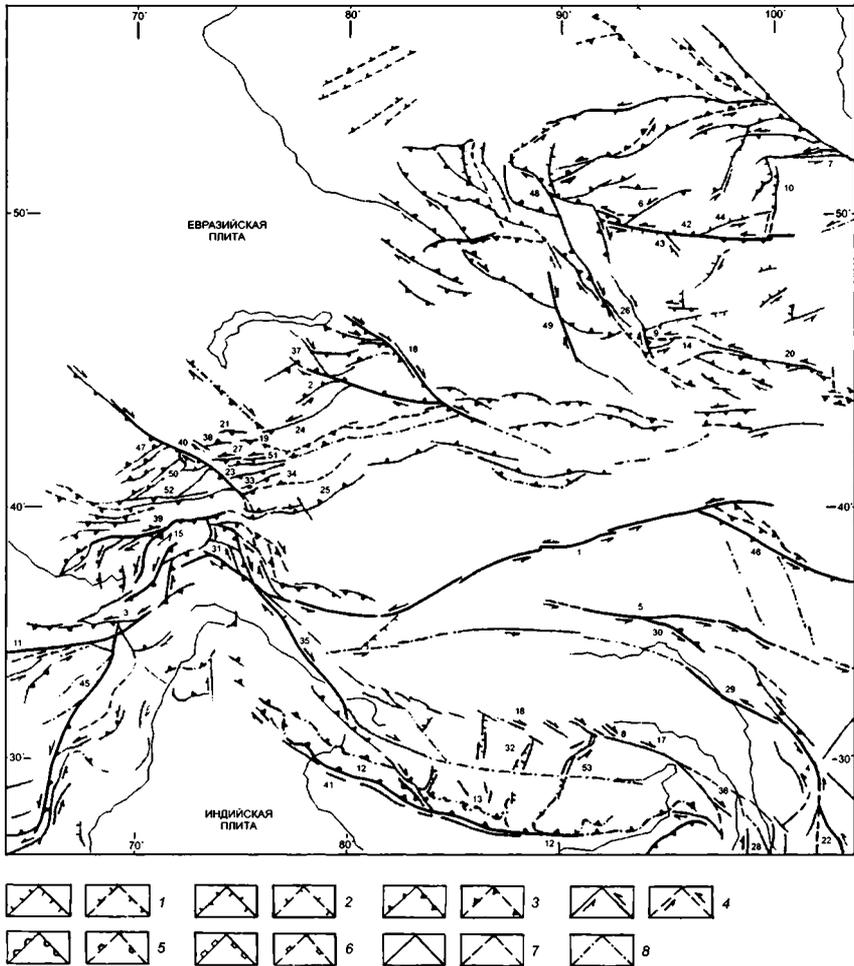


Рис. 6. Активные разломы Памиро-Гималайского региона и Центральной Азии

1–7 – морфокинематические типы активных в позднем плейстоцене и голоцене разломов (слева достоверных, справа предполагаемых): 1 – сбросы, 2 – раздвиги, 3 – надвиги и взбросы, 4 – сдвиги, 5 – флексуры, 6 – поверхностное продолжение зон субдукции, 7 – разломы с неизвестным типом смещения, 8 – разломы, активные в среднем плейстоцене с предполагаемыми фрагментарными проявлениями активности в позднем плейстоцене и голоцене (разделены на те же морфокинематические типы, что и 1–6). Главные разломы выделены утолщёнными линиями. Цифры на карте (р. – разлом, з.р. – зона разломов): 1 – Алтынтагский р., 2 – Алтынэмельский р., 3 – Андарабский (Чормак-Андарабский) р.,

здесь ограничимся кратким описанием крупнейших разломов со ссылками на основные источники информации.

1.2.2. Активные разломы Памиро-Гималайского региона и Центральной Азии

На западной границе Памиро-Гималайского сегмента (рис. 6) наиболее полные данные о скоростях позднеплейстоценовых и голоценовых левосдвиговых перемещений получены для Дарвазского сегмента Дарваз-Алайской зоны в районе с. Сагирдашт. Здесь скорость голоценового сдвига — 15–16 мм/год [Трифонов, 1983]. Близкие амплитуды сдвиговых смещений сходных по возрасту форм рельефа и, соответственно, скорости перемещений, выявлены на юге Дарвазского сегмента и вдоль Чаманского разлома. По зоне разломов, кулисно подставляющей Чаманский сдвиг на юго-востоке (разломы Газабад, Инаятуппа-Карех и др.), скорость позднечетвертичного сдвига, вероятно, близка к 8 мм/год при уступающей ей в десятки раз вертикальной компоненте движений.

Вдоль северо-восточного фланга Памиро-Пенджабского синтаксиса проходит Памиро-Каракорумский правый сдвиг. В его северо-западной части скорость голоценового сдвига определена в 15–20 мм/год при скорости позднеплейстоцен-голоценовой вертикальной составляющей движения не менее 3 мм/год, тогда как в юго-западной части разлома скорость послеледникового сдвига достигает 27–35 мм/год. Уменьшение скорости сдвига к северу частично компенсируется подвижками по опережающим разломам Памира. Так, по Карасуйскому разлому скорость позднечетвертичного правого сдвига >1 мм/год.

На северном фланге синтаксиса ограничивающие его сдвиговые зоны сближаются. Дарваз-Алайская зона, отгибаясь к востоку, теряет сдвиговую

4 — Аннинг р., 5 — Арнимакинг (Ксидатан-Туосноху-Маку) з. р., 6 — Ахирулинский р., 7 — Байкало-Мондинская и Тункинская з.р., 8 — Бенг-Ко з. р., 9 — Бидж р., 10 — Восточного борта Хубеугульской впадины з. р., 11 — Гератская з.р., 12 — Главный Пограничный р. Гималаев, 13 — Главный Центральный надвиг Гималаев, 14 — Гоби-Алтайская з. р., 15 — Дарваз-Алайская з. р., 16 — Джунгарский р., 17 — Дзяли р., 18 — Джаринг-Ко р., 19 — Акчопский р. и Южно-Кочкорский р., 20 — Долиноозёрский р., 21 — Исыккатынский р., 22 — Земухе р. и Ксиангджианг р., 23 — Кажыртинский р., 24 — Кеминский (Чон-Кеминский) р., 25 — Кепинг з. р., 26 — Кобдинский р., 27 — Минкуш-Кёкёмеренская з.р., 28 — Красной реки р., 29 — Ксианшухе р., 30 — Куныльнского перевала р., 31 — Карасуйский р., 32 — Кунг-Ко з. р., 33 — Нарынский (Центрально-Нарынский) р., 34 — Ойнакджарский р., 35 — Памиро-Каракорумский (Каракорумский) р., 36 — Пограничный р. гор Кангшан, 37 — Солдатсайский (Западно-Джунгарский) р., 38 — Северо-Сусамырский р., 39 — Сурхоб-Илякская з. р., 40 — Таласо-Ферганский р., 41 — Фронтальная з.р. Гималаев, 42 — Хангайская з. р., 43 — Хан-Хухийнский р., 44 — Цэцэрлэгский р., 45 — Чаманский (Мукур-Чаманский) р., 46 — Чангма-Килианский р., 47 — Чаткальский р., 48 — Шапшальский р., 49 — Эртайский р., 50 — Южно-Атойнокский р., 51 — Южно-Сонкульский р., 52 — Южно-Наукатский р., 53 — Ядонг-Гулу з.р.

компоненту движений. На южном склоне Алайской долины она сменяется надвиганием южного крыла. По южной ветви разлома скорость голоценового надвигания определена в 7 мм/год, а по северной ветви — 2,4–5 мм/год [Никонов и др., 1983].

Юго-восточнее Памиро-Каракорумского сдвига расположены Центральная, Пограничная и Фронтальная надвиговые зоны Гималаев. К. С. Валдия [Valdiya, 1986] оценивает величину современного меридионального горизонтального укорочения в зоне Фронтального надвига в 10–15 мм/год (повторные геодезические наблюдения на правом берегу р. Ганга западнее г. Дехрадун дали 1–5,6 мм/год), в зоне Главного пограничного разлома — 5–7 мм/год (согласно геодезическим наблюдениям, севернее г. Амбалы — 4,7–5,7 мм/год) и по частично активизированному Главному центральному надвику — до 3 мм/год. По данным Т. Нака, скорость вертикальной составляющей движения по нему достигает возле с. Сальяна 2–2,5 мм/год. На надвигание Гималаев указывает и возрастающее со временем распространение к югу грубообломочных пород, возникших за счёт разрушения горного сооружения, и складчато-надвиговых деформаций в Предгималайском прогибе, приводящих там к срыву осадочного чехла.

Вдоль Южного Тибета в широтном направлении протягивается кулисный ряд разломов северо-западного простирания, связывающий юго-восточное окончание Памиро-Каракорумского сдвига с крупными правыми сдвигами Красной реки и восточного обрамления Памиро-Гималайского сегмента. По разлому Джяринг-Ко, расположенному в центре этого ряда северо-западнее г. Лхасы, скорость позднечетвертичного сдвига предположительно оценена в 10–20 мм/год [Armiĵo, Tarronnier, 1989]. Восточнее более полные данные позволяют определить скорость голоценового сдвига по разлому Бенг-Ко в 10 мм/год, а по кулисно подставляющему его разлому Джяли — в 10–15 мм/год [Molnar, Deng Qidong, 1984]. На востоке ряда выявлены правые сбросо-сдвиговые подвижки по Пограничному разлому гор Кангшан, причём геодезически измеренная скорость сдвига — 5 мм/год, а вертикальной составляющей — 9 мм/год [Allen et al., 1984; Atlas..., 1989].

Юго-восточным продолжением южнотибетского кулисного ряда разломов является разлом Красной реки, протягивающийся из Юньнана во Вьетнам [Allen et al., 1984; Atlas..., 1989]. За разные временные интервалы скорости сдвига по нему определены в 2–8 мм/год. По геодезическим данным, скорость сдвига достигает 10–11 мм/год при скорости вертикальной составляющей движения — 0,75 мм/год. Вторым продолжением того же кулисного ряда являются субмеридиональные правые сдвиги Юго-Западного Юньнана и Северной Бирмы, кулисно подставляющиеся на юге крупнейшим меридиональным правым сдвигом Сагайн в тылу северной части Андаманской дуги. Её активный западный фронт обозначен надвигом Индо-Бирманского хребта.

Между южнотибетским кулисным рядом разломов и надвигами южного склона Гималаев описано несколько активных грабенов и сбросов субмеридионального и северо-восточного простираний [Armiĵo, Tarronnier, 1989]. Крупнейшей такой структурой является зона Ядонг-Гулу, представляющая

собой левый кулисный ряд меридиональных грабенов и полуграбенов. Скорости позднечетвертичных вертикальных смещений по отдельным разломам составляют 0,4–1,6 мм/год, достигая 5 мм/год на севере зоны. Там два грабена соединены простирающимися на северо-восток левыми сбросо-сдвигами коридора Дамксунг со скоростями сдвиговых перемещений 4–6 мм/год. Среди других структур подобного типа отметим грабен Кунг-Ко северо-западнее Эвереста со скоростями позднеплейстоцен-голоценовых вертикальных движений до 3 мм/год.

Вдоль северного фланга Тибета и Цайдама протягиваются левые сдвиги. Крупнейший из них Алтынтагский (Алтунский) разлом имеет протяжённость >2000 км [Atlas..., 1989]. В его центральной части скорость позднечетвертичного сдвига равна 9–10 мм/год, а с начала плейстоцена – 6 мм/год [Ding Guoyu, 1984; Molnar, Deng Qidong, 1984]. Юго-восточное оз. Лобнор определены следующие значения скоростей: 3,2 мм/год за голоцен, 5,6–7 мм/год за голоцен и поздний плейстоцен, 8,8 мм/год со среднего плейстоцена и 9,4 мм/год с начала плейстоцена. На востоке разлома, восточнее г. Юймыня, скорость с начала плейстоцена составляет 7 мм/год, но геодезические наблюдения за 1910–1975 гг. выявили крип со скоростью лишь 2 мм/год. Это различие может быть связано с реализацией подавляющей части перемещения подвижками при сильных землетрясениях, которые в восточной части разлома с 1910 г. отсутствовали. Между Цайдамом и Тибетом на 1100 км протягивается левый сдвиг Ксидатан-Маку (Арнимакинг). В его центральной части определения скорости движений колеблются от 1 до 10 мм/год [Ding Guoyu, 1984].

На восточном обрамлении Тибета и Цайдама разломы с существенно левосдвиговыми смещениями приобретают юго-восточное, а на юге, в Северном Юньнани, даже меридиональное направление. Так, от восточной части Алтынтагской зоны на юго-восток ответвляется Чангма-Килианский разлом [Atlas..., 1989]. В его северо-западной части скорость голоценового сдвига – $\geq 3,6$ мм/год [Ding Guoyu, 1984]. Юго-восточнее средняя скорость сдвига определена в 4 мм/год за 1609–1954 гг., 6,5 мм/год за последние 1890 лет (при скорости вертикальной составляющей движений 1,4 мм/год) и 4,5 мм/год за последние 12 760 лет (при скорости вертикальной составляющей 1 мм/год). Таким образом, отношение сдвиговой и вертикальной компонент – 4,6/1.

На востоке Чангма-Килианский разлом кулисно подставляется с юга разломом Тайлузи (Северного фронта гор Кинлинг) – левым сдвигом со слабым воздыманием южного крыла. Средняя скорость сдвига за последние 2,4 млн лет – 1,3 мм/год [Ding Guoyu, 1984; Atlas..., 1989]. Зону Арнимакинг оперяет с юга разлом Куньлунского перевала юго-восточного простираения. По нему происходило левосдвиговое перемещение с подчиненной сбросовой компонентой (поднято северо-восточное крыло). Средняя скорость сдвига близка к 1 мм/год, хотя голоценовые перемещения, возможно, происходили быстрее.

Южнее находится зона разлома Ксианшухе, протягивающегося на юго-восток на 800 км. На его северо-западном отрезке (разлом Ганзи-Юшу) сум-

мированием сейсмических моментов землетрясений определена средняя скорость левосдвиговых перемещений в 5–9 мм/год. Наиболее изучен центральный сегмент зоны — собственно разлом Ксианшухе, круто наклонённый на северо-восток [Ding Guoyu, 1984; Molnar, Deng Qidong, 1984; Atlas..., 1989]. В его северо-западной части скорость сдвига за поздний плейстоцен и голоцен уменьшается к юго-востоку от 15 до 2,5–3 мм/год. Скорость сдвига за голоцен — 10–20 мм/год при соотношении сдвиговой и вертикальной составляющих движения $3 \div 5/1$. На одном из участков скорость сдвига за последние 2850 лет определена в 17 мм/год. Вместе с тем скорость современного сдвига, подсчитанная суммированием сейсмических моментов землетрясений — 5–6 мм/год, а измеренная геодезически — 6–7,9 мм/год. На юго-восточном окончании зона Ксианшухе отклоняется к югу и переходит в левый сдвиг Аннинг. Скорость сдвига, подсчитанная суммированием сейсмических моментов землетрясений, чуть меньше 2 мм/год. Разлом Аннинг затухает к югу, но от него ответвляется на юго-восток левый сдвиг Земухе, переходящий на юге в две меридиональные ветви разлома Ксиаоджианг. Тем же методом скорость сдвига по разлому Земухе и западной ветви разлома Ксиаоджианг определена в 9 мм/год [Ding Guoyu, 1984]. По этой ветви выявлены левосдвиговые смещения на 13 м за 2520–2880 лет и 8 м за 1237–1407 лет, что даёт скорость сдвига 5–6 мм/год.

Сочетание левых сдвигов на северных флангах Тибета и Цайдама с правыми сдвигами южной части Тибета свидетельствует о продольном удлинении заключённого между ними региона. Поскольку он ограничен с запада движущимся на север и соответственно расширяющимся в широтном сечении Пенджабским синтаксисом, а также из-за угловатых очертаний Тибета и Цайдама, такое продольное удлинение (выдавливание) могло происходить только к востоку. На крайнем востоке, за Ассамским северным выступом Гималаев, направление движения выдавливаемых масс становится юго-восточным и даже юго-юго-восточным. Иным выражением того же процесса было формирование сбросов и грабенов к югу от кулисного ряда южнотибетских правых сдвигов. Показательно, что интенсивность грабенообразования возрастает к востоку и достигает наибольшего выражения в зоне Ядонг-Гулу на востоке Тибета. Средняя скорость субмеридионального укорочения Тибета оценивается в 13 мм/год [Ding Guoyu, Lu Yanchou, 1988].

Севернее Памиро-Пенджабского синтаксиса, в Тянь-Шане, преобладают надвиги и взбросы, продольные к определяющим строение горной системы хребтам и межгорным впадинам, причём по некоторым продольным разломам выявлены также значительные позднечетвертичные левосдвиговые смещения. Их пересекают в северо-западном направлении разломы с преимущественно правосдвиговыми смещениями, среди которых крупнейшим является Таласо-Ферганский разлом. Он вертикален или круто наклонён на юго-запад, и правосдвиговая компонента смещений в 10–30 раз превосходит взбросовую [Буртман и др., 1987; Trifonov et al., 1992].

На 400-километровом участке разлома между его юго-восточным окончанием и северо-западным склоном Таласского хребта, где амплитуда

сдвига резко падает, выделяются сегменты разлома с разными величинами и скоростями сдвиговых перемещений. В 80-километровом южном сегменте I скорость позднеголоценового сдвига ~ 5 мм/год, а в следующем II сегменте (длина 30 км) она возрастает до 7 мм/год. В III сегменте (длина 36 км) обнаружена молодая терраса, датированное смещение которой дает скорость сдвига 11–13 мм/год. В IV сегменте (длина 25 км) скорость позднеголоценового сдвига — не менее 8–10 мм/год. На большей части V сегмента (длина 60 км) выявленные молодые смещения единичны. Они появляются на перевале Кокбель, где характеризуются теми же амплитудами, что и коррелируемые с ними по возрасту смещения в верховьях рек Чаткал и Атойнок наиболее протяжённого (180 км) VI сегмента. Там определена скорость позднеголоценового сдвига до 14–16 мм/год [Буртман и др., 1987]. Выявленному возрастанию скорости голоценового сдвига к северо-западу соответствует увеличение суммарных амплитуд позднплейстоцен-голоценовых смещений от 250–265 м в I сегменте и 350 м во II сегменте до 700–800 м в IV и V сегментах. В более сглаженном виде подобное возрастание фиксируется изменением между I и V сегментами от 10 до 12 км суммарного сдвигового смещения за четвертичное время [Trifonov et al., 1992].

Солдатсайский (Западно-Джунгарский) разлом северо-западного простиранья ограничивает с запада Джунгарский Алатау. Скорость четвертичных сдвиговых перемещений по нему, возможно, превышает 1 мм/год. Джунгарский разлом северо-западного простиранья ограничивает Джунгарский Алатау с северо-востока. В северо-западной части разлом наклонён под углами 75–85° ЮЗ и, подобно Таласо-Ферганскому, характеризуется многократным, в 8–10 раз, преобладанием правосдвиговых смещений над взбросовыми. Скорость голоценового и позднплейстоцен-голоценового сдвига составляет 3–5 мм/год [Трифонов, 1983].

Рисунок продольных активных разломов западнее и восточнее Таласо-Ферганского разлома различен. К западу от него продольные разломы простираются широтно в Южном (Туркестано-Зеравшанском) Тянь-Шане, а севернее ориентированы в северо-восточном направлении и обрамляют Ферганскую впадину. К югу от неё выделяется наклонённый на юг под углом 30° Южно-Наукатский разлом со скоростью позднечетвертичного надвигания ~5 мм/год. Среди многочисленных активных разломов, описанных К. Е. Абдрахматовым северо-западнее Ферганской впадины, отметим Южно-Атойнокский, Северо-Каркуджурский и Чаткальский (Пскемский). Все они наклонены на северо-запад. Скорости надвигания с конца плицена оцениваются в 3 мм/год по Южно-Атойнокскому и в 0,8 мм/год по Северо-Каркуджурскому разломам. По Чаткальскому разлому скорость голоценового и четвертичного взброса, вероятно, близка к 0,5 мм/год.

Восточнее Таласо-Ферганского разлома активные нарушения концентрируются в нескольких зонах широтного и восток-северо-восточного простиранья. Вдоль южного фланга Тянь-Шаня протягивается зона надвигов

и взбросов Кепинг с поднятыми северными крыльями. Суммированием сейсмических моментов землетрясений скорость поперечного укорочения зоны определена в 18 мм/год [Ding Guoyu, 1984; Molnar, Deng Qidong, 1984]. Голоценовые смещения по продольным надвигам более северных районов центрального сегмента Тянь-Шаня описаны в работе: [Абдрахматов и др., 2001]. По двум разломам в Аксайской впадине Южного Тянь-Шаня средние скорости надвигания оценены в 0,2 мм/год, а по Ойнакджарскому разлому на северном фланге Южного Тянь-Шаня — 0,9 мм/год. Севернее, в Нарынской впадине определены скорости надвигания: по Центрально-Нарынскому разлому — 2,2 мм/год и Кажыртинскому разлому — 1,2–1,5 мм/год. Южно-Кочкорский и Акчопский надвиги на юге Кочкорской впадины дали скорости 0,2 и 3,1 мм/год, соответственно. Наконец, по Иссыкатынскому надвигу на северном фланге Тянь-Шаня скорости определены в 0,9–2,2 мм/год. К. Е. Абдрахматов отмечает также Северо-Сусамырский взброс со скоростью подъёма северного крыла 0,5–0,8 мм/год с конца плейстоцена. Восточнее, в китайской части Тянь-Шаня, суммарное субмеридиональное укорочение, вызываемое подвижками по активным разломам, оценивается на западе территории в 7–11 мм/год и на востоке — 1,6–2 мм/год [Ding Guoyu, Lu Yanchou, 1988], а суммирование сейсмических моментов землетрясений Южного Тянь-Шаня дало современное поперечное укорочение в 9 мм/год [Ding Guoyu, 1984].

Вместе с тем некоторые продольные активные разломы Центрального Тянь-Шаня обнаруживают левосдвиговую компоненту смещений, соизмеримую с компонентой надвигания или взброса. Такие левые сдвиги выявлены нами на южном крыле Нарынской впадины и в Минкуш-Кёкёмеренской зоне разломов. По кулисно подставляющему последнюю Южно-Сонкульскому разлому К. Е. Абдрахматов оценивает скорость позднечетвертичного сдвига в 1–3 мм/год при скорости взбросовой компоненты 0,1–0,5 мм/год. Он же отмечает левосдвиговые смещения на западе Кажыртинского разлома и оценивает среднюю скорость позднечетвертичного взброса по Чон-Кеминскому разлому на северном склоне Кунгей-Алатау в 1,5 мм/год при левосдвиговой компоненте до 0,5 мм/год. По данным А. В. Миколайчука, сдвиговая компонента может быть больше [Баженов, Миколайчук, 2004]. В юго-западных предгорьях Джунгарского Алатау по Алтынёмельскому разлому северо-восточного простираения скорость голоценового левого сдвига, превосходящего взбросовую компоненту перемещений, определена в 0,5–0,7 мм/год [Трифонов, 1983]. В самом Джунгарском Алатау продольные к хребтам разломы определяются как крутые взбросы, изредка с правосдвиговой компонентой смещений.

Суммируя скорости перемещений по отдельным разломам, мы подсчитали скорость позднеплейстоцен-голоценового горизонтального укорочения Центрального Тянь-Шаня — 4–6 мм/год [Трифонов и др., 2002]. Расчет не учитывал складчатые деформации и смещения по трещинам. Их вклад в суммарную деформацию, как показало изучение сходных активных областей Анатолии и Среднего Востока, — 10–20%. Поэтому скорости укороче-

ния следует увеличить до 5–7 мм/год, из которых компонента поперечного укорочения составляет 4–5 мм/год.

Восточнее, в западной части Монголии и на Горном Алтае, активные правые сдвиги простираются на ССЗ, и с ними сопрягаются субширотные левые сдвиги. К числу правых сдвигов относится Эртэйский разлом, протягивающийся вдоль западных склонов Монгольского Алтая [Ding Guoyu, 1984; Molnar, Deng Qidong, 1984; Atlas..., 1989]. По установленным голоценовым, позднелайстоцен-голоценовым и плиоцен-четвертичным смещениям скорость сдвига оценивается от 4 до 18 мм/год, тогда как геодезически измеренная скорость современного сдвига составляет 4–12 мм/год в разных частях разлома. Кобдинский разлом протягивается вдоль Монгольского Алтая на 900 км, разделяясь в северной части на несколько ветвей. Одна из них, Шапшальская, сопряжена с грабеном Телецкого озера. По разлому повсеместно выявлены правосдвиговые смещения [Трифонов, 1985; Трифонов и др., 2002]. По смещениям за голоцен — конец плейстоцена и за плейстоцен скорость сдвига определена в 4–5 мм/год. Вертикальная составляющая смещения многократно уступает сдвиговой. По субмеридиональному разлому Бидж, оперяющему южный сегмент Кобдинского разлома, скорость голоценового сдвига составляет 2–2,5 мм/год, втрое превосходя вертикальную компоненту движений.

Среди субширотных левых сдвигов Монголии наиболее мощны и протяженны Гоби-Алтайская и Хангайская (с оперяющими её Цэцэрлэгским и Ахирулинским разломами северо-восточного простираения) зоны. Гоби-Алтайская зона разломов состоит из трех эшелонированно расположенных сегментов — западного, короткого центрального и восточного, образующих в сочетании левый кулисный ряд. По 270-километровому восточному Долиноозерскому сегменту скорость сдвига определена в 6–7 мм/год за голоцен и 8–9 мм/год за позднечетвертичное время. Вертикальная компонента (поднято южное крыло) уступает сдвиговой в 10–30 раз. В 350-километровом западном сегменте следы позднеголоценовой активизации фрагментарны, но сходные с Долиноозерским сегментом амплитуды позднечетвертичных смещений позволяют предполагать, что в начале голоцена и в позднем плейстоцене западный сегмент был не менее активен.

Хангайский разлом в Северной Монголии прослежен на 485 км и, возможно, продолжается на восток ещё на десятки километров до верховий р. Селенга. Средняя скорость позднеголоценового левого сдвига, подсчитанная суммированием подвижек при датированных палеоземлетрясениях, — 10 мм/год [Трифонов, 1985; Трифонов и др., 2002]. Чуть меньше, до 8 мм/год, оказывается средняя скорость голоценового сдвига. Скорость голоценовых перемещений по сопряженному 75-километровому Хан-Хухийнскому правому взбросо-сдвигу, отходящему от Хангайского разлома на юго-восток, — 0,5–0,7 мм/год. По Ахирулинскому разлому обнаружены следы молодых подвижек как с левосдвиговой, так и с вертикальной составляющими. По Цэцэрлэгскому разлому также выявлены следы левосдвиговых перемещений с переменной, но неизменно меньшей вертикальной составляющей.

Скорость сдвига достигает нескольких миллиметров в год. Обычно поднято северо-западное крыло.

От восточной части Цэцэрлэгского разлома отходит на север ряд сбросов, крупнейшие из которых обрамляют с запада рифтогенный грабен оз. Хубсугул. Средняя скорость четвертичных перемещений по ним возрастает с юга на север от 0,4–1 до 1–2 мм/год. На севере сбросы сопряжены с Байкало-Мондинской и Тункинской зонами субширотных левых сбросо-сдвигов [Трифонов и др., 2002]. Средняя скорость плиоцен-четвертичного левого сдвига по Байкало-Мондинскому разлому оценивается в 1,5–2 мм/год при скорости вертикальной компоненты перемещения 0,3 мм/год. Скорость позднечетвертичного сдвига по дугообразной Тункинской зоне, возможно, достигает на широтных её участках 4,5 мм/год. С обеими зонами связан четвертичный базальтовый вулканизм.

Субширотные левые сдвиги Западного Китая, Монголии и Прибайкалья, как и сопряжённые с левыми сдвигами Монголии правые сдвиги Монгольского Алтая, свидетельствуют о северо-восточном направлении поперечного горизонтального сжатия и укорочения территории. Это изменение направления сжатия и укорочения по сравнению с Памиро-Пенджабским синтаксисом и его северным обрамлением происходит на границе Восточного Тянь-Шаня и Монгольского Алтая. Оно же фиксируется в изменении кинематики активных разломов Алтая и Саян.

Итак, в Гималайско-Центральноазиатском сечении Альпийско-Гималайский орогенический пояс и приуроченная к нему система активных разломов имеют ширину до 3000 км и характеризуются северо-восточным направлением наибольшего сжатия и укорочения структур. Стиль активной тектоники изменяется с юга на север от складчато-разломного к разломно-блоковому. В том же направлении уменьшаются скорости перемещений по разломам и связанная с ними интенсивность поперечного укорочения. При этом северный фланг пояса обычно не имеет столь чётких структурных ограничений, как южный. Все это лишний раз убеждает в том, что источником деформации пояса является северо-восточный дрейф Индийской плиты, который приводит к нарушениям в более северных зонах пояса. В пределах Памиро-Пенджабского синтаксиса и к северу от него, в Тянь-Шане, направление наибольшего сжатия и укорочения из-за особенностей геометрии Индийской плиты локально трансформируется в субмеридиональное.

1.2.3. Активные разломы Аравийско-Кавказского региона

Западный и северо-западный края Аравийской плиты образованы Левантской и Восточно-Анатолийской зонами активных разломов (рис. 7, 8). Скорость позднечетвертичных левосдвиговых перемещений на израильских сегментах Левантской зоны оценена в 7,5 мм/год [Zak, Freund, 1965]. Север-

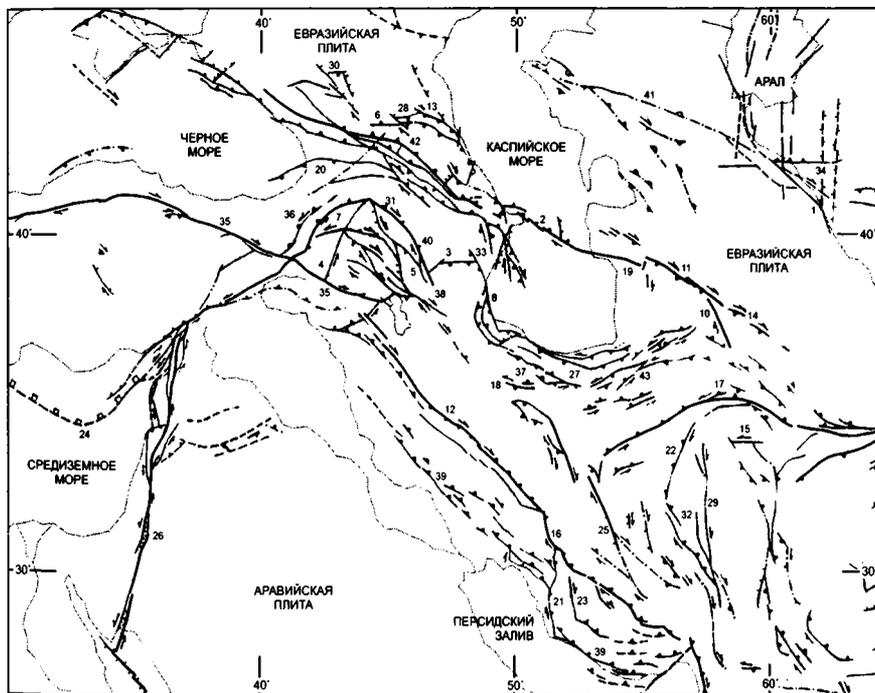


Рис. 7. Активные разломы Аравийско-Кавказского региона

Условные обозначения см. на рис. 6. Цифры на карте (р. — разлом, з. р. — зона разломов): 1 — Амударьинский р., 2 — Алшеронского порога з. р., 3 — Араксская з. р., 4 — Ахурянский р., 5 — Балыкгельский р., 6 — Владикавказский р., 7 — Восточно-Анатолийская з. р., 8 — Восточного фланга Талышской дуги з. р., 9 — Гарнийская з. р., 10 — Гермабская з. р., 11 — Главный Копетдагский р., 12 — Главный современный разлом Загроса, 13 — Гудермесская з. р., 14 — Гяурдагский р., 15 — Даште-Байазский р., 16 — Дена р., 17 — Дорунехская (Большекевирская) з. р., 18 — Ипакская з. р., 19 — Исак-Челекенская з. р., 20 — Казбек-Цхинвальский р., 21 — Казерун-Боразджанская з. р., 22 — Калмард р., 23 — Карех-Бас р., 24 — Кипрская дуга, 25 — Кух-Банан р., 26 — Левантская з. р., 27 — Моша р., 28 — Назранская з. р., 29 — Найбанд р., 30 — Нальчикская (Армавир-Невинномысская) з. р., 31 — Памбак-Севанский р., 32 — Равар р., 33 — Сальян-Ленгизский (Аджичайский) р., 34 — Северного ограничения Бухарской ступени р., 35 — Северо-Анатолийская з. р., 36 — Северо-Восточно-Анатолийская зона, 37 — Северо-Тегеранский р., 38 — Тебризский (Северо-Тебризский) р., 39 — Фронтальная з. р. Загроса, 40 — Ханарасарский р., 41 — Центрально-Устюртский р., 42 — Черногорская флексура, 43 — Шахрудский р.

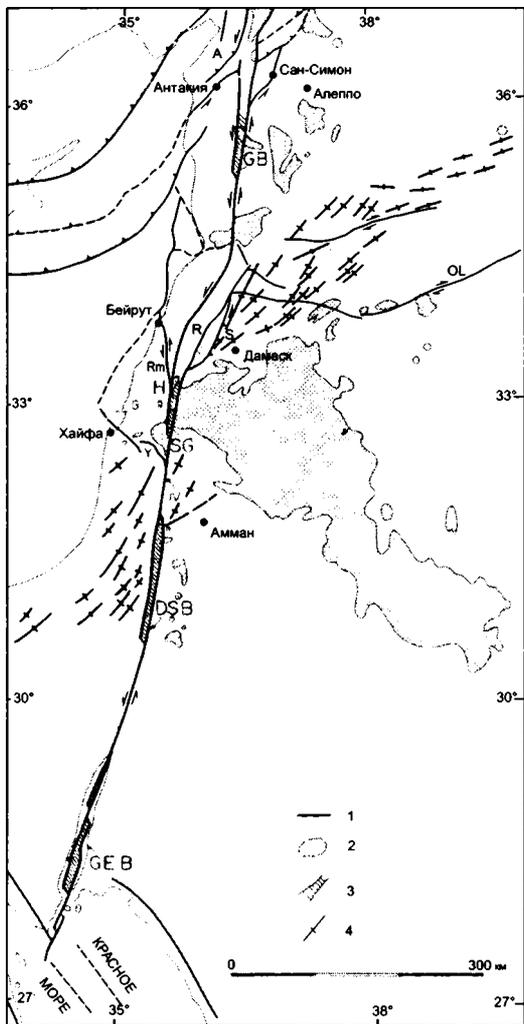


Рис. 8. Схематическая карта активных разломов Западной Сирии и соседних территорий [Garfunkel, Ben Abraham, 2001; Rukieh et al., 2005]

1 – главные активные разломы (OL – Олаб, R – Рошайя, Rm – Роум, S – Серхайя); 2 – неоген-четвертичные вулканиты; 3 – впадины pull-apart в Левантской трансформной зоне (DSB – Мёртвого моря, GEB – зал. Акаба, GB – Эль-Габ, H – Хула, SG – Галилейского моря); 4 – антиклинали складчатого пояса

нее зона разделяется на несколько ветвей: собственно Левантскую зону, отходящий на север разлом Роум, достигающий г. Бейрута и далее продолжающийся вдоль континентального склона, и ответвляющиеся на СВ разломы Рошайя и Серхайя. Собственно Левантская зона на территории Ливана представлена сегментом Ямуне, простирающимся на СВ. Из-за этого искривления разлом имеет значительную взбросовую компоненту перемещений. Это демонстрируют данные GPS-измерений, согласно которым в Израиле вдоль Левантской зоны происходит левый сдвиг со скоростями 5,6–7,5 мм/год, а по сегменту Ямуне сдвиг по скорости ~ 6 мм/год сочетается с поперечным укорочением в ~ 4 мм/год [McClusky et al., 2003].

Севернее, в Западной Сирии, Левантская зона вновь становится меридиональной. В северной части между её сегментами находится впадина pull-apart Эль-Габ. Вдоль зоны видны многочисленные левые смещения пересекаемых разломами речных и овражных долин (рис. 9 на цвет. вкл.). Средняя скорость позднеголоценового сдвига определена в ~ 6 мм/год по 12-метровому смещению акведука (рис. 10 на цвет. вкл.), построенного в I в. н. э. [Meghraoui et al., 2003]. Примерно такая же средняя скорость сдвига установлена по смещению тектонических зон за плиоцен-четвертичное время [Rukieh et al., 2005]. От восточного борта впадины Эль-Габ на ССВ ответвляется активный разлом Св. Симеона. По нему возникли левосдвиговые смещения с подчинённой вертикальной компонентой. Скорость движений превосходит 1 мм/год. По разлому Серхайя выявлены левые взбросо-сдвиговые смещения. Скорость сдвига оценена в $\sim 1,5$ мм/год. На севере разлом Серхайя смыкается с выпуклыми к югу субширотными правыми сдвигами, крупнейший из которых — разлом Олаб. По нему средняя скорость сдвига превышает 1 мм/год.

На севере Левантская зона причленяется к Восточно-Анатолийской зоне разломов северо-восточного простираения. По ним левосдвиговые смещения сочетаются со взбросовыми. На юго-западе Восточно-Анатолийская зона переходит в активные разломы Кипрской дуги, в том числе в её фронтальные поддвижки, а на северо-востоке пересекается с крупнейшей Северо-Анатолийской зоной разломов. Средняя скорость плиоцен-четвертичного сдвига по Восточно-Анатолийской зоне оценена в ~ 8 мм/год [Westaway, 2004]. По данным GPS-измерений, скорость сдвига достигает 9 мм/год, из которых лишь 4–8 мм/год приходится собственно на разломы зоны, а остальное рассеяно в приразломной полосе шириной до 100 км [McClusky et al., 2000].

Вдоль Северо-Анатолийской зоны, на ВЮВ от её пересечения с Восточно-Анатолийской, скорость четвертичного правого сдвига достигает ~ 9 мм/год [Saroglu, 1988]. К ней примыкает с юга Главный современный разлом Загроса, также характеризующийся преимущественно правосдвиговыми смещениями. Скорость сдвига определена на Дорудском сегменте разлома в 5–10 мм/год [Bachmanov et al., 2004]. Основным юго-восточным продолжением Главного разлома является дугообразный разлом Дена, который сначала простирается на юг и характеризуется преимущественно правосдвиговыми смещениями, а затем отгибается на юго-восток, где вдоль его ветвей

начинает преобладать надвигание, сопряжённое со складчатостью. От разлома Дена на юг ответвляется Казерун-Боразджанская и Карехбасская правосдвиговые зоны. Первая на меридиональном отрезке характеризуется скоростью сдвига ~5 мм/год и затухает к югу по мере того, как от неё ответвляются на юго-восток складчато-надвиговые цепи Загроса. Вторая зона в северной части также простирается меридионально, а южнее переходит во флексурно-надвиговую зону юго-восточного простирания с поднятым северо-восточным крылом. Такая зависимость типа движений от изгибов каждой зоны разломов совмещается с тем, что вся система разломов, следующая вдоль границы Аравийской плиты, изменяя простирание, сохраняет преобладание правосдвиговых перемещений.

Вдоль восточной части Северо-Анатолийской зоны и Главного современного разлома Загроса с его описанными продолжениями до сих пор развиваются зоны складок. Их развитие отражает процесс косо́го пододвигания Аравийской плиты под коровые структуры пояса, причём пододвигание сопровождается срывом мощного осадочного чехла передового прогиба. Палеомагнитным датированием возраста синхронных складкообразованию отложений удалось доказать распространение этого процесса всё дальше на юго-запад в прежде недеформированные части Месопотамского прогиба. В связи с этим стиль активной тектоники изменяется с СВ на ЮЗ: область взбросов и сдвигов, дискордантно нарушающих уже сформированную складчатую структуру, сменяется сначала областью развития сопряжённых складок и надвигов над сформированной зоной срыва, а затем областью зарождающихся складок, под которыми срыва ещё нет или он локален. Позднечетвертичное поперечное укорочение складчатого пояса, подсчитанное суммированием надвигов, достигает нескольких миллиметров в год.

Восточно-Анатолийская зона севернее пересечения с Северо-Анатолийской представлена двумя ветвями. Западная ветвь, названная Ф. Сароглу и его коллегами Северо-Восточной Анатолийской зоной, образована разломами юго-восточных бортов Чатской и Эрзрумской впадин, разломом Думлу и разломами возле с. Нарман и г. Олту. Вдоль них отмечаются позднечетвертичные взбросовые смещения, а по разлому Думлу также левосдвиговые, многократно превосходящие взбросовую составляющую. Разломы прослеживаются до г. Ахалкалаки в Южной Грузии, где кулисно подставляются Казбек-Цхинвальским разломом северо-восточного простирания.

Восточная ветвь Восточно-Анатолийской зоны простирается сначала параллельно западной, а северо-восточнее все более отклоняется к востоку. Плоскость разлома круто (50–60°) наклонена на северо-запад. Признаки левосдвиговых подвижек наиболее выразительны на северо-восточном окончании, где эта ветвь сочленяется под углом 17° с Памбак-Севанской зоной разломов, причём вилоте до точки сочленения первая зона сохраняет левосдвиговый, а вторая — правосдвиговый типы движений со скоростями ~5 мм/год [Trifonov, Karakhanian, Kozhurin, 1994] (рис. 11). Памбак-Севанская зона к востоку затухает, но от неё на юго-восток ответвляется Ханарасарская зона разломов со скоростью позднечетвертичного правого сдвига

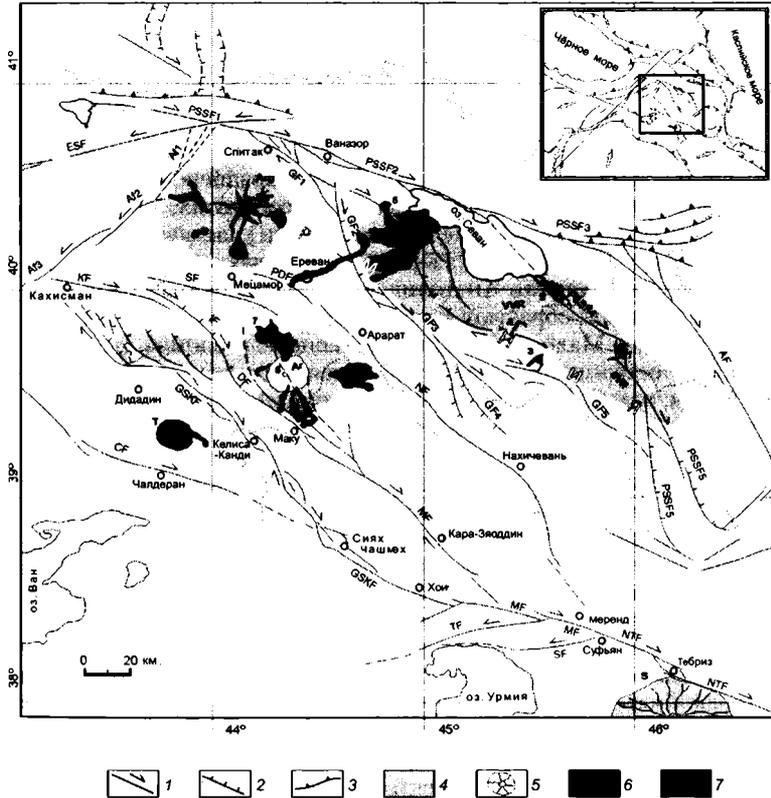


Рис. 11. Активные разломы Армянского нагорья, Гегам-Варденисские и Араратская миндалевидные структуры и вулканические центры в них [Karakhanian et al., 2002]

1–3 – активизированные новейшие разломы: 1 – сдвиг, 2 – сброс, 3 – надвиг или взброс; 4–7 – вулканические образования: 4 – средне-позднеплейстоценовые, 5 – вулкан Тендурек (Т), 6 – позднеплейстоценовые, 7 – голоценовые

Буквенные и цифровые обозначения. Голоценовые вулканы и лавовые потоки: 1 – Цхук–Каркар (Сюникская структура pull-apart), 2 – Порак, 3 – Смбаатар, 4 – Вайоцсар; крупные вулканы: Ar – Арарат, Arg – Арагац, S – Сипан; вулканические нагорья: SVR – Сюникское, VVR – Вардениское; разломы: AF1,2,3 – Ахурянский, AF – Акеринский, CF – Чалдеранский, ESF – Восточно-Анатолийский, GF1,2,3,4 – Гарнийский, GF5 – Арпа-Зангезурский, GSKF – Бальгельский, IF – Игдирский, KF – Кагьманский, MF – Маку, NF – Нахичеванский, NTF – Северо-Тебризский, PSSF1,2,3 – Памбак-Севанский, PSSF4 – Ханарасаранский, PSSF5 – южные продолжения Ханарасаранского разлома, Гиратахское на востоке и Дебаклинское, активное лишь фрагментарно, на западе, SF – Сардарпатский

4,5–5 мм/год. Вертикальная компонента смещений изменчива, уступающая сдвиговой в 7–12 раз, причём чаще поднято северо-восточное крыло [Trifonov, Karakhanian, Kozhurin, 1994]. На юго-востоке Ханарасарский разлом кулисно подставляется северо-западными ветвями Тебризского правого взбросо-сдвига. Сливаясь, они отгибаются к востоку, причём взбросо-надвиговая компонента возрастает. К юго-востоку от Тебризского разлома, в тылу Загроса, известны новейшие разломы, позднечетвертичная активность которых установлена лишь в отдельных сегментах. Они также характеризуются правосдвиговыми смещениями, но на участках сегментов, отгибающихся к востоку, возрастает взбросо-надвиговая компонента.

Восточная ветвь Восточно-Анатолийской зоны, Памбак-Севанский и Ханарасарский разломы образуют Северо-Армянскую дугу активных разломов, обрамляющую Малокавказский синтаксис. У разломов дуги почти везде взброшены северные крылья, а сдвиговая составляющая перемещений, близкая к 5 мм/год, многократно превосходит вертикальную составляющую. В описанную внешнюю дугу вложена вторая, внутренняя, дуга активных разломов, более круто изогнутая и касающаяся внешней дуги в её вершине. Внутренняя дуга представлена Ахурянским разломом северо-восточного простирания и Гарнийской зоной разломов северо-западного простирания [Trifonov, Karakhanian, Kozhurin, 1994]. На космических снимках турецкой части Ахурянского разлома видны левосдвиговые смещения мелких речных и овражных долин. На вертикальные смещения указывает грабенообразное строение зоны разлома в районе Ахурянского водохранилища.

Гарнийская зона состоит из нескольких сегментов северо-западного простирания, расположенных кулисно друг относительно друга таким образом, что каждый более южный сегмент начинается восточнее предыдущего. Окончания сегментов соединены более короткими разрывами, простирающимися также на северо-запад, но более широтно, чем сами сегменты. Короткие разрывы и окончания сегментов образуют своеобразные ромбовидные структуры [Trifonov, Karakhanian et al., 1994]. Голоценовые и позднелейстоцен-голоценовые смещения вдоль двух северных сегментов, Алаварского и юго-восточнее Мармарик-Азатского (каждый имеет длину ~60 км), дают скорость сдвига 2 мм/год. Вертикальная компонента смещений (поднятие северо-восточного крыла) уступает сдвиговой в 10–15 раз. Лишь на северо-западе она возрастает, и её отношение к сдвиговой составляющей достигает $1/2 \div 1/4$. Такие же скорости и соотношения компонент перемещений установлены в более южном 50-километровом сегменте разлома, протягивающемся от с. Гелайсор до с. Арени. Юго-восточнее Гарнийская зона разветвляется. Одна из ветвей протягивается на 80 км к ЮВ до берега р. Аракс южнее г. Нахичевань, где смыкается с Араксской зоной разломов северо-восточного простирания. Другая ветвь, Арпа-Зангезурская, следует на ВЮВ и достигает Ханарасарского разлома.

Араксская зона молодых нарушений выражена на земной поверхности сравнительно непротяжёнными уступами террас и склонов долины р.Аракс. Эшелонированное расположение уступов позволяет предполагать наличие

левосдвиговой компоненты движений. Араксская зона в сочетании с активными разломами Талышских гор образует Талышскую дугу меньших, чем Северо-Армянская, размеров, также выпуклую на север. Разломы Талышских гор имеют в плане форму Z-образного пучка, в центре которого разломы сближены и простираются почти меридионально вдоль Каспийского побережья, а на севере и юге отклоняются на СЗ и ЮВ, постепенно удаляясь один от другого. На севере разломы пучка образуют фронт дуги и сопрягаются с Араксской зоной, а на юге сочленяются с активными разломами Западного Эльбурса. Вдоль разломов Талыша выявлены молодые взбросовые смещения [Berberian, 1976, 1977], возможно, с правосдвиговой компонентой. Как правило, подняты западные крылья.

Итак, в активной тектонике Аравийско-Иранского сегмента Альпийско-Гималайского пояса отмечается ряд черт, общих с Памиро-Гималайским сегментом. Это, прежде всего, отмеченные выше направления смещений на обрамлениях Аравийской плиты — по Левантской и Восточно-Анатолийской зонам, тождественным Чаманской и Дарваз-Алайской, и по восточному отрезку Северо-Анатолийской зоны, Главному современному разлому Загроста и его южному продолжению, сходным с Памиро-Каракорумским разломом. Много общего также в активной тектонике Загроста и южных склонов и предгорий Гималаев. Вместе с тем наблюдаются и отличия [Trifonov, Karakhanian, Kozhurin, 1994]. Одно из них состоит в том, что обрамляющие Аравийскую плиту Восточно-Анатолийская и Северо-Анатолийская зоны пересекаются вблизи с. Карлиова и продолжают соответственно на СВ и СЗ. В месте пересечения они испытывают характерные ветвления и изгибы, свидетельствующие о многократно повторявшихся взаимных сдвиговых смещениях зон. Вторая особенность описываемого региона — своеобразные миндалевидные структуры.

Одна из них, Гегам-Варденисская, ограничена с севера Памбак-Севанским разломом, а с юга Арпа-Зангезурской ветвью Гарнийского разлома. Западным ограничением служит Гарнийский разлом, а восточным — Ханарасарский (см. рис. 11). Все эти разломы характеризуются правосдвиговыми смещениями, но на северном и южном ограничениях они сочетаются со взбросовыми, отражающими сжимающую составляющую движений, тогда как у простирающихся на СЗ–ЮВ разломов западного и восточного ограничительной вертикальной составляющей часто является сбросовой, и видимой сжимающей компоненты движений нет. Ещё более отчетливо эта зависимость динамической обстановки образования разломов от их простираения проступает во внутреннем строении «миндалины». Её северная часть понижена и заполнена водами Севана, а южная и западная части сложены четвертичными вулканическими породами.

В поле их распространения находится Гегамская структура — вложенная «миндалины» меньшего размера (рис. 12). Её северо-восточное ограничение в основном скрыто позднеплейстоценовыми вулканическими образованиями и обнажено лишь на крайнем северо-западе и на юго-востоке. Это разлом Мармарик–Камо с признаками правого сдвига, ответвляющийся от Гарний-

ского разлома. Юго-восточнее г. Камо (1 на рис. 12) разлом отгибается к югу и переходит в меридиональную полосу сбросов восточного борта структуры (7 на рис. 12). Они выражены как смещениями вулканитов и обломочных отложений, так и уступами поверхности. Амплитуды позднечетвертичных смещений измеряются метрами, достигая в отдельных случаях 15–20 м. Чаще опущены западные крылья. Наряду с этим, выявлены правые смещения пересекаемых овражных долин амплитудой до 200 м.

Вдоль структуры с севера на юг протягиваются три ряда позднеплейстоценовых вулканических конусов, приуроченных к разломам типа раздвигов. Наиболее протяжён средний ряд, на севере которого извержения продолжались до раннего голоцена. На юге эта полоса раздвигов переходит в сбросы Спитаксарской зоны (2 на рис. 12), выраженные в рельефе уступа. Некоторые разломы секут позднеплейстоценовую морену и имеют вертикальную амплитуду до 15 м; опущены восточные крылья. На юге Спитаксарская зона отгибается на ЮВ, и разломы становятся взбросами с поднятыми юго-западными крыльями. Одни взбросы перекрыты позднеплейстоценовой мореной, другие секут её. Взбросовая составляющая «доморённых» смещений измеряется метрами (до 10–15 м) при правосдвиговой компоненте в 30–50 м. Морена взброшена на 2–3 м при правом сдвиге выработанных в ней мелких долин на 16–20 м.

Таким образом, Гегамская вложенная «миндалина», подобно всей Гегам-Варденисской структуре, ограничена разрывами с преобладающими правосдвиговыми смещениями. Почти по всем разломам, у которых зарегистрирована вертикальная компонента движений, опускалась внутренняя часть «миндалины». Очевидна важная роль растяжения. Оно выражено обилием позднечетвертичных вулканов и характером вертикальных смещений: признаки взброса обнаружены лишь на юго-западном борту, тогда как западное и восточное ограничения являются сбросовыми.

Аратская миндалевидная структура (см. рис. 11) ограничена с юго-запада Балыкгельским разломом, переходящим на юго-востоке в Северо-Тебризский разлом восток-юго-восточного простирания. Юго-восточнее г. Меренда (Иран) он смыкается с Сардарapat-Нахичеванским разломом, образующим восточную и северную границы «миндалины». Разлом простирается от г. Меренда на север до г. Нахичевани, далее отгибается на северо-запад и запад вдоль левого бережья р. Аракс и возле г. Кагызман (Турция) вновь смыкается с окончанием Балыкгельского разлома. Вдоль оси «миндалины» простирается прямолинейный разлом Маку, сливающийся с Балыкгельским на северо-западе структуры. По всем указанным разломам обнаружены признаки позднечетвертичных правосдвиговых перемещений. Вертикальная компонента испытывает характерные изменения. На южном (Северо-Тебризский разлом) и северном (западная часть Сардарapatского разлома) краях она является взбросовой, причём у Сардарapatского разлома опущено южное крыло. На восточном краю структуры тип вертикального смещения, скорее всего, сбросовой. Такие же смещения обнаружены нами и вдоль Балыкгельского разлома южнее оз. Балык. На участках кулис-

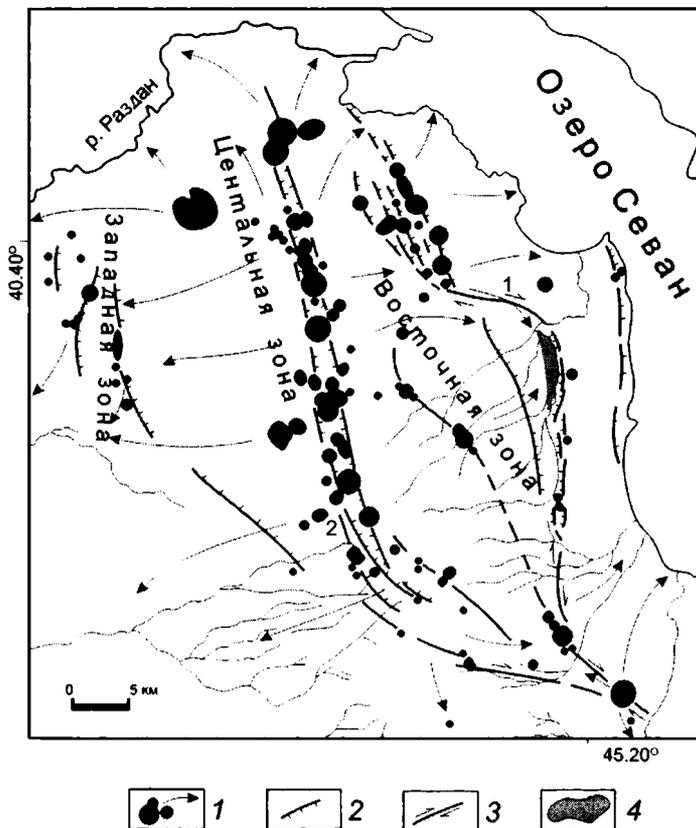


Рис. 12. Позднечетвертичные структурные элементы Гегамского нагорья Армении

1 — позднечетвертичные вулканы; 2 — активные сбросы; 3 — активные сдвиги; 4 — современная депрессия, заполненная позднечетвертичными осадками. Пояснение см. в тексте

ного подставления его сегментов выявлены мелкие ромбовидные и миндалевидные структуры. На северо-западе от сливающихся разломов Балыкгельского и Маку отходят на север многочисленные сбросы и правые сбросо-сдвиги, образующие структуру «конского хвоста». Они пересекают вулканы Большой и Малый Арагат и вулканический хребет Агридаг и контролируют положение молодых паразитических конусов.

Различие типов вертикальных движений, взбросового на северном и южном краях «миндалины» и преимущественно сбросового на её западном

и в восточном краях и у оперяющих разломов, при доминирующем правом сдвиге роднит Араратскую «миндалину» с Гегамской и позволяет рассматривать их как структуры, возникающие между крупными сдвиговыми зонами по тому же принципу, как возникают структуры типа pull-apart между сегментами единого сдвига.

От места пересечения с Восточно-Анатолийской зоной Северо-Анатолийская зона следует на северо-запад и затем на запад вдоль всей Анатолии более, чем на 1000 км. Зона состоит из ряда разломов, расположенных кулисно друг относительно друга. От зоны на юго-запад отходят оперяющие разломы с признаками правосдвиговых смещений. Вдоль самой зоны описаны многочисленные примеры позднечетвертичных правых смещений речных и овражных долин и других молодых форм рельефа на десятки и сотни метров; вертикальная компонента смещений уступает сдвиговой, а местами отсутствует.

Средняя скорость сдвига с конца плиоцена оценивается по смещениям крупных речных долин в 18–20 мм/год на востоке зоны и в 13 мм/год в её центральной части [Трифонов, 1999]. По данным GPS-измерений, скорость накопления современной сдвиговой деформации в зоне разломов составляет ~24 мм/год. Она рассредоточена в полосе шириной до 100 км, и собственно на зону сдвига приходится ~20 мм/год, а в её центральной части — ≤15 мм/год [McClusky et al., 2000], что совпадает с геологическими оценками. Накапливаемая деформация местами и частично реализуется крипом, а в большей мере снимается импульсными подвижками при сильных землетрясениях.

Севернее Северо-Армянской и Талышской дуг активные разломы образуют северный фронт Аджаро-Триалетии и особенно многочисленны в южных предгорьях и на южном склоне Большого Кавказа. С. И. Кулосвили, обобщивший данные о таких разломах на территории Грузии, отмечает вдоль них молодые надвиговые и взбросовые смещения. Преобладающие надвиги и взбросы характерно, по данным М. Л. Коппа и В. Г. Трифонова, и для территории Азербайджана. С надвигами и взбросами сопряжены растущие антиклинали, наиболее эффектно проявленные на востоке Аджиноурской складчатой зоны. Здесь на крутом южном крыле Карамарьянской антиклинали скорость относительного вертикального перемещения поверхности позднелейстоценовой террасы достигает 1–2 мм/год [Милановский, 1968]. Судя по изменению глубины вреза древнего ирригационного канала, движения продолжались в историческое время [Трифонов, 1983].

Большинство активных разломов южного склона и южных предгорий Большого Кавказа, простирающихся на ЗСЗ параллельно оси горного сооружения, характеризуются взбросо-надвиговыми смещениями. Но по некоторым разломам, отклоняющимся на СЗ от этого направления, обнаружены молодые правосдвиговые смещения. Они представлены в зоне Сальян-Ленгибизского (Аджичайского) правого взбросо-сдвига на южном склоне Юго-Восточного Кавказа, средняя скорость движений по которому с конца

плейстоцена достигает 1 мм/год. Правые взбросо-сдвиги продолжаютя на юго-восток в Южный Каспий. Направления молодых смещений по разломам южного склона Большого Кавказа отражают условия субмеридионального или северо-северо-восточного горизонтального сжатия и укорочения. Этому не противоречит появление непротяжённых левых сдвигов северо-восточного простиранья и сбросов север-северо-восточной ориентировки в Южном Дагестане. Примером последних является Каflan-Калинский сброс, скорость позднеплейстоценовых движений по которому составляет 1 мм/год.

На северных склонах и предгорьях Большого Кавказа скорости позднечетвертичных движений меньше, чем в зоне южного склона, но преобладают активные нарушения тех же двух главных направлений: во-первых, широтного и запад-северо-западного и, во-вторых, северо-западного. Первое направление в Дагестане представлено взбросами, наклонёнными на юг, реже на север. В Чечне к нему относится Черногорская флексура, которой, по-видимому, соответствует под осадочным чехлом разлом консолидированного основания. На западе флексура кулисно подставляется Владикавказским и Балтинским разломами, с которыми сопряжены асимметричные антиклиналы с крутыми южными крыльями [Милановский, 1968]. Изменения высот террас конца позднего плейстоцена указывают на скорости перемещений в 1–2 мм/год. Меньшие скорости движений характеризуют подобные разломы и флексуры на Центральном Кавказе.

Северо-западное направление представлено глубинными зонами активных разломов, выраженными на поверхности лишь косвенными признаками. Таковы тектонические нарушения Каспийского побережья между г. Махачкала и г. Дербент, Гудермесская и Назранская зоны в Чечне, Лысогорская флексура и Нальчикская (Армавир-Невинномысская) зона разломов на Центральном Кавказе. Особенности поля напряжений, восстановленного по ориентировке молодых трещин, позволяют предполагать вдоль разломов, наряду с вертикальной, правосдвиговую составляющую движений [Расцветаев, 1989]. Северо-Западный Кавказ имеет сходные особенности смещений по разломам. Их дополняют там сбросы и левые сбросо-сдвиги северо-восточного простиранья, фиксируемые в деформациях морских террас.

Активная тектоника Центрального Ирана и Эльбурса определяется подвижками по разломам, простирающимся, во-первых, на восток или ВСВ и, во-вторых, на север или ССЗ. На севере преобладают субширотные активные нарушения. Они представлены в Эльбурсе и на обоих его склонах, где характеризуются взбросовыми смещениями [Verberian, 1976, 1977]. Однако при Рудбарском землетрясении 20 июня 1990 г. с магнитудой 7,2 по продольному разлому Эльбурса произошла подвижка до 1 м с преобладающей левосдвиговой компонентой смещения, а определение механизма очага показало почти чистый левый сдвиг. Кулисный ряд разломов, которые, наряду со взбросовой, имеют левосдвиговую компоненту смещений, протягивается вдоль южных предгорий Эльбурса [Vachmanov et al., 2004]. На западе ряда находится Ипакская зона разломов протяжённостью ~100 км. Выявлены

молодые левосдвиговые смещения, превосходящие взбросовую компоненту. Смещение конуса выноса начала позднего плейстоцена позволило оценить скорость сдвига в 0,5–1,5 мм/год. По Северо-Тегеранскому разлому очевидны четвертичные и местами позднечетвертичные взбросовые и надвиговые смещения [Berberian, 1976, 1977]. Однако на северном краю г. Тегерана возле Университета Шахид Бехешти по омоложенному сегменту разлома можно предполагать левое смещение на 100–200 м долины р. Дараке. Северо-Тегеранский разлом примыкает на востоке к разлому Моша, который протягивается на 175 км на ВЮВ. Его северное крыло взброшено, но преобладают левосдвиговые смещения. Скорость голоценового сдвига ≥ 2 –2,5 мм/год, а суммарная средняя скорость взбросо-сдвиговых перемещений > 3 мм/год. Возможным восточным продолжением этой системы левых взбросо-сдвигов является активный разлом восток-северо-восточного простирания, по которому Н. Уэллман, назвавший его Шахрудским, отцифровал на аэрофотоснимках левые смещения водотоков. Такой же тип смещений установлен по Даште-Байазскому разлому на востоке Ирана [Tchalenko, Berberian, 1975].

Более сложный характер смещений выявлен вдоль расположенного между Шахрудским и Даште-Байазским разломами 700-километрового Большекевирского (Дорунихского) разлома. Он образует пологую выпуклую на север дугу, которая в более протяжённой западной части простирается на ВСВ, а в восточной части — на ВЮВ. От вершины дуги на ВСВ ответвляется 100-километровый разлом Асадабад с признаками надвига и левого сдвига. А. С. Караханян, обследовавший зону Дорунихского разлома в 1998 г., обнаружил в его западной части молодые левосдвиговые смещения, которые восточнее ответвления Асадабадского разлома сменяются правосдвиговыми. По существу, соотношение между сегментами с разным направлением сдвига такое же, как между Восточно-Анатолийским и Памбак-Севанским разломами в Северо-Армянской дуге, и также отражает субмеридиональное укорочение, которое, возможно, связано в данном случае с северным дрейфом Лутского массива, обусловленным давлением Оманского малого синтаксиса.

Разломы субмеридиональной системы обрамляют с запада и востока Лутскую впадину. На западном обрамлении это разломы Кух-Бенан, Равар, Найбэнд и Калмард. Их простирания изменяются от северо-северо-западного и меридионального на юге до северо-северо-восточного на севере. Независимо от изменения простираний по разломам везде имеют место правосдвиговые смещения молодых форм рельефа, которые сопровождаются сбросовой или, чаще, взбросовой составляющей [Berberian, 1976, 1977]. Правосдвиговые смещения выявлены и в зоне меридионального разлома Джаббар, пересекающего восточную часть Даште-Байазского разлома. На восточном обрамлении Лутской впадины отмечены молодые вертикальные смещения.

Характер позднечетвертичных смещений по разломам Центрального Ирана указывает на северо-восточное направление максимального укорочения

земной коры, что совпадает с направлением сжатия в очагах большинства сильных землетрясений региона. Активные разломы распределены неравномерно, ограничивая более или менее крупные блоки. Однако наличие таких блоков мало искажает однообразие динамической картины, сходной с той, что реконструирована для Центральной Азии к северу от Тибета.

В Северном Иране динамическая обстановка разрывообразования иная: северный дрейф Лутского массива привёл к образованию новейшей структурной дуги Аладаг-Биналуда и в целом Туркмено-Хорасанских гор. По продольным разломам дуги зафиксированы молодые взбросовые и надвиговые смещения. С севера дуга ограничена зоной Главного Копетдагского разлома северо-западного простираения, по которому выявлены многочисленные правосдвиговые смещения, в 2–8 раз превосходящие взбросо-надвиговую компоненту движений [Трифонов, 1983]. Между городами Казанджик и Ашхабад они распределены по двум ветвям разлома, наклонённым под углами 40–60° ЮЗ. Суммарная скорость сдвига в обеих ветвях достигает 2 мм/год. На непротяжённых участках юго-восточнее с. Искандер и южнее с. Келята зона Главного Копетдагского разлома резко изгибается на ВСВ и обнаруживает признаки молодых надвиговых перемещений. Возле с. Пароу к разлому с ЮЗ причленяются сопряжённые с ним активные левые сдвиги. В районе г. Бахардена, западнее с. Багир и в районе г. Ашхабада от зоны Главного разлома отходят на ЮВ оперяющие её Гермабская, Асельминская и Харварская правосдвиговые зоны. Наиболее сложное сочетание разнонаправленных активных нарушений выявлено юго-восточнее Ашхабада. Здесь есть субширотные надвиги, с которыми иногда связаны молодые складчатые деформации, северо-западного направления правые и северо-восточного — левые сдвиги и даже небольшие зоны сбросов и раздвигов меридионального и северо-северо-восточного простираений. Всё это указывает на преимущественно меридиональное направление горизонтального сжатия и укорочения.

В Западной части Копетдага зона Главного разлома продолжается до Малого Балхана и далее, деградируя, до северо-восточного склона хребта Большой Балхан. Она кулисно подставляется с юга Исак-Челекенской зоной молодых разрывов, вдоль которой выявлены правосдвиговые и уступающие им в 3–4 раза вертикальные смещения. Исак-Челекенская зона продолжается на СЗ зоной разломов Апшеронского порога, которая на Большом Кавказе кулисно подставляется зоной Главного взброса.

В восточной части Аравийско-Кавказского сегмента непосредственно к западу от Памиро-Пенджабского синтаксиса доминирующую роль играют субширотные активные зоны. Одной из них является Сурхоб-Илякская зона на северо-западном краю Памира, состоящая из кулисно расположенных правых сдвиго-надвигов [Трифонов, 1983]. Она простирается вдоль Вахшского и продолжающего его на юго-запад Илякского новейших надвигов, но не вполне совпадает с ними, возможно представляя собой поверхностное выражение более глубинного и более крутопадающего тектонического нарушения.

В восточной части зоны наиболее изучен Сурхобский надвиг, по которому многолетними геодезическими наблюдениями выявлены систематическое, хотя и переменное по величине, воздымание южного крыла со скоростями до 15 мм/год, а также сближение крыльев со скоростью ~20 мм/год. Вместе с тем светодальномерные наблюдения на большей базе обнаружили смещение реперов в северо-восточной части Вахшского хребта на ЮЗ со скоростью 20 мм/год, т. е. продольное растяжение и выжимание в юго-западном направлении Внешней зоны Памира относительно как Северного Памира и Дарваза, так и Южного Тянь-Шаня [Певнев и др., 1978].

На более юго-западном отрезке Сурхоб-Илякской зоны, возле устья р. Оби-Гарм, скорость геодезически измеренного современного надвигания составляет ~10 мм/год, а общая амплитуда надвигания за 1–3 млн лет достигает 15 км, что дает его скорость 5–15 мм/год [Никонов, 1988]. Там же по одному из разломов отмечен позднечетвертичный правый сдвиг. Правосдвиговая составляющая смещений, многократно превосходящая взбросовую, регистрируется и юго-западнее, в районе перевала Зардолю и возле г. Яван. Скорость позднечетвертичного сдвига достигает 1,5–3 мм/год [Трифонов, 1983]. Западные сегменты зоны сочетаются со взбросами юго-западного и меридионального простираний, протягивающимися вдоль складок Афгано-Таджикской депрессии.

К югу от Афгано-Таджикской депрессии структурную позицию, подобную Сурхоб-Илякской зоне, занимают Чормак-Андарабская и Гератская зоны разломов с признаками молодых правосдвиговых и взбросовых подвижек. От Гератской зоны отклоняется на юго-запад ряд более мелких позднечетвертичных нарушений; по некоторым из них, наряду со взбросовой, можно предполагать левосдвиговую составляющую смещений.

Перечисленные активные разломы Афгано-Таджикской депрессии и Афганистана в совокупности отражают условия северо-западного горизонтального укорочения, чем отличаются от соседних активных структур Ирана. Граница между этими двумя геодинамическими провинциями Аравийско-Кавказского сегмента, по-видимому, приходится на восточное обрамление Лутской впадины.

Севернее Альпийско-Гималайского горного пояса, на Туранской плите, активные разломы малоамплитудны и невыразительны. От Мангышлака почти до р. Амударьи (г. Куня-Ургенч) протягивается фрагментарно активизированная в позднечетвертичное время зона Центрально-Устюртского разлома запад-северо-западного простирания длиной 450 км. В западной части разлома обнаружены правые смещения четвертичных сухих долин, причём крупные долины смещены на большее расстояние (1–1,2 км), чем мелкие (0,2–0,5 км); они сопровождаются подъемом южного крыла до нескольких метров [Nikonov, Sholokhov, 1996]. Вблизи современного русла р. Амударьи Центрально-Устюртский разлом кулисно подставляется столь же крупным разломом, протягивающимся на ВЮВ как северное ограничение Бухарской ступени фундамента Туранской плиты. В отличие от Центрально-Устюртского разлома, у него поднято северное крыло [Пинхасов, 1984].

Кулисное сочленение этих двух протяжённых разломных зон запад-северо-западного простираения представляет собой сложный тектонический узел. К югу от него отходит Амударьинский глубинный разлом юго-восточного простираения, вдоль которого тянется Султансанджарский вал. Он образован кулисно расположенными короткими складчатыми поднятиями, осложнёнными продольными разрывами с левосдвиговыми смещениями эрозивной сети. Это даёт основание предполагать левый сдвиг и по основному глубинному разлому. В 1983 г. при крупном промышленном взрыве на Султансанджарском валу по разлому возникло геодезически зафиксированное левосдвиговое смещение с амплитудой в несколько миллиметров [Гохберг и др., 1988].

Погребенная под молодыми наносами зона разломов выявлена и в самых низовьях Амударьи данными бурения и геофизических работ [Пинхасов, 1984]. Она отходит от упомянутой области кулисного сочленения на СЗ и, заворачивая на север вдоль западного берега реки, достигает Арала. Подошва неогена поднята в восточном крыле зоны на десятки метров. На её продолжении на дне Западного Арала и его северном побережье А. А. Никонов и В. В. Шолохов выделили небольшие разломы с признаками правых сбросо-сдвиговых смещений. Севернее Арала подняты их западные крылья.

В целом, ширина пояса активного тектогенеза в Кавказско-Аравийском сегменте Альпийско-Гималайского пояса гораздо меньше, чем в Памиро-Гималайском. Очевидно, это связано с меньшей линейной скоростью сближения взаимодействующих плит.

1.2.4. Активные разломы Эгейского региона

В западной части Северо-Анатолийская зона разломов разделяется на несколько ветвей (рис. 13). Её южные ветви отклоняются к ЮЗ и приобретают наряду с правосдвиговой сбросо-раздвиговую компоненту движений, выраженную уступами и трогами в прибрежной части Эгейского моря. Южнее, в восточной части моря, прослеживается несколько параллельных им разломов юго-западного простираения, имеющих, согласно определениям механизмов очагов землетрясений, правосдвиговую компоненту перемещений [Pavlides, 1996]. Главная северная ветвь Северо-Анатолийской зоны кулисно подставляется с севера Северо-Эгейской правосдвиговой зоной. На их сочленении развивается впадина pull-apart Мраморного моря. Северо-Эгейская зона пересекает Дарданеллы и продолжается на ЮЗ в северную часть Эгейского моря расширяющимся на юг трогом. Сильнейшее известное землетрясение с $M_s = 7,4$ произошло здесь в 1864 г. Скорость правого сдвига вдоль зоны оценивается, по сейсмологическим данным, величинами от 6 до 24 мм/год [Papazachos, Kiratzi, 1996]. Вместе с тем в южной, троговой, части зоны очевидна компонента растяжения.

Активные сбросы, образующие грабены и уступы на границах молодых впадин, широко представлены на обоих побережьях Эгейского моря. На турецком побережье они особенно многочисленны на Мендересском массиве и в

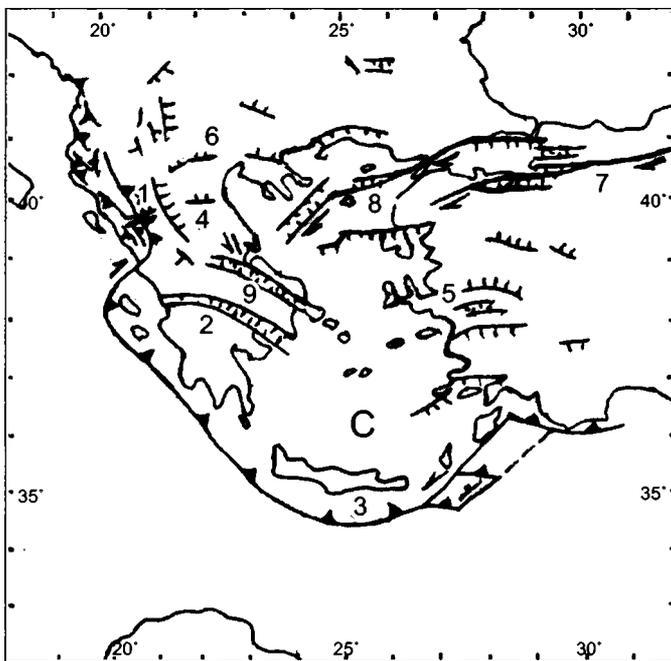


Рис.13. Активные разломы Эгейского региона

Условные обозначения см. на рис. 6. Цифры на карте (р. – разлом, з.р. – зона разломов): 1 – Козани-Гревана р., 2 – Коринфского залива з.р., 3 – Крито-Эллинская дуга, 4 – Ларисса р., 5 – Мендересского массива разломы, 6 – Мигдония р., 7 – Северо-Анатолийская з.р., 8 – Северо-Эгейская з.р., 9 – Фермопилы-Атланти з.р. С – вулкан Санторин

его окрестностях, где имеют разнообразные, но чаще других субширотные или юго-западные простирания. В Греции большинство активных сбросов простираются в широтном или запад-северо-западном направлениях [Seismotectonic map..., 1989]. У некоторых разломов, например Сербо-Македонской зоны северо-западного простирания, обнаружена левосдвиговая компонента смещений [Pavlidis, Kiliias, 1987]. В греческой Македонии и в Северной Греции наиболее выразительны сбросы района Козани Гревена, впадины Мигдония и северной части п-ова Халкидики. По ним при землетрясениях в зоне Кавала-Комотины 1829 г. ($M_s > 7$), Халкидики 1932 г. ($M_s = 6,9$) и Козани Гревена 1995 г. ($M_s = 6,6$) возникли сейсмогенные разрывы длиной >12 км [Pavlidis, 1996]. В Фессалии, на краях бассейна Ларисса, крупные сбросы выделены на севере и на юге [Caputo, 1990].

Крупнейшие сбросовые зоны, Фермопилы–Аталанти и Коринфского залива, находятся в Центральной Греции и её границе с Пелопоннесом. Зона Фермопилы–Аталанти, с которой связан грабен, ограничивающий о-в Эвбоса с юга, характеризуется скоростями вертикальных движений 1,1–1,3 мм/год по геодезическим данным и 0,8–1,4 мм/год по геологическим данным за поздний голоцен [Stigos, Rondoynni, 1985]. Средняя скорость перемещений со среднего плейстоцена могла достигать 2,7 мм/год. Землетрясения с магнитудами ~ 7 имели место в зоне Фермопилы–Аталанти в 426 г. до н. э. и в 1894 г. При землетрясении 1894 г. возник разрыв длиной ≥ 25 км. По зоне Коринфского залива сейсмологическим методом скорость поперечного растяжения оценена в 0,8 мм/год [Tselentis, Makropoulos, 1986]. С разломом, возможно, связано землетрясение 551 г. н. э. с магнитудой > 7 . 15-километровый разрыв образовался при землетрясении 1981 г. ($M_s = 6,7$).

Итак, в ориентировке активных разломов Эгейского региона и характере перемещений по ним обнаруживается закономерность. Правосдвиговые перемещения, связанные на севере с Северо-Анатолийской и Северо-Эгейской зонами разломов, сменяются к югу грабенами, сбросами и другими структурами растяжения. Это подтверждают определения механизмов очагов землетрясений. По сейсмологическим данным, скорость меридионального растяжения Эгейского региона достигает 10 мм/год [Papazachos, Kiratzi, 1996]. Подобно трещинам в движущемся полузастывшем лавовом потоке структуры растяжения очерчивают дуги, выпуклые к югу: на Анатолийском побережье и востоке Эгейского моря они простираются широтно или на ЗЮЗ, а в Греции — широтно и на ЮВ.

Ситуация принципиально изменяется в зоне Крито-Эллинской дуги, где, по сейсмологическим данным, господствуют условия сжатия, поперечного во фронте дуги и косога на её западном и особенно восточном флангах [McKenzie, 1978]. Скорость укорочения в направлении ЮЮЗ–ССВ составляет от 10 до 30 мм/год в разных частях дуги [Papazachos, Kiratzi, 1996]. Выделяется сейсмофокальная зона, протягивающаяся на глубину до 250 км и образованная системой разломов, которая во фронте дуги южнее Крита имеет кулисное строение (см. рис. 13). Здесь происходили сильнейшие в регионе землетрясения (например, 365 г. с $M_s \approx 8,3$ и 1903 г. с $M_s = 7,9$). С движениями по разломам дуги связан современный подъём Крита и Пелопоннеса, оцениваемый в 2,2–2,7 мм/год [Papadopoulos, 1989] или 3–13 мм/год [Jackson, McKenzie, 1988].

Предложена следующая модель, объясняющая указанные соотношения [Трифонов, 1999]. Западный дрейф Анатолийской плиты достигает Эгейского региона, но не продолжается дальше на СЗ, поскольку структуры Динарид зажаты Адриатическим блоком, на который надвигаются Апеннины. В результате Эгейский регион испытывает боковое сжатие, приводящее к его субмеридиональному удлинению. Удлинение к северу ограничено Родопским массивом и происходит в южном, а точнее, в юго-юго-западном направлении. Оно превышает поперечное укорочение, поскольку его дополнительными источниками являются подъём и растекание мантийного диа-

пира, инициированные нарушением континентальной коры, возникшей на более раннем этапе альпийского орогенеза. В процессе растяжения происходят утонение и перерождение коры и формирование морской впадины. Растяжение сопровождается надвиганием перемещаемых масс по Крито-Эллинской дуге — навстречу поддвигу Африканской плиты.

Модель подтвердилась результатами космогеодезических GPS-наблюдений [McClusky et al., 2000] (рис. 14). Согласно им, западный дрейф Анатолийской плиты выражен правосдвиговой деформацией в Северо-Анатолийской зоне со скоростью 20–25 мм/год. Острова Эгейского моря смещаются на ЮЮЗ на 6–8 мм/год быстрее, чем Анатолийская плита. Встречный дрейф Африканской плиты относительно Европы $\leq 5\text{--}7$ мм/год, т. е. намного меньше скорости надвигания по Крито-Эллинской дуге. В итоге сближение Евразийско-Анатолийских и Африканских горных масс достигает 40 мм/год. Палеомагнитное изучение палеогеновых и миоценовых отложений показало, что подобный процесс происходил с конца миоцена и привёл

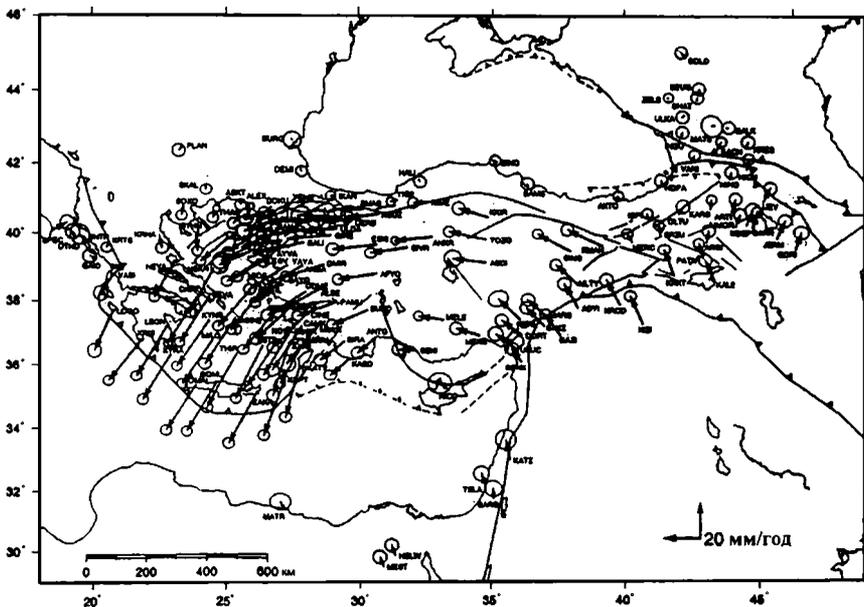


Рис. 14. Векторы скоростей горизонтальных перемещений станций GPS-измерений (с эллипсами 95%-ной вероятности) в Восточном Средиземноморье и области взаимодействия Аравийской и Евразийской плит относительно станции Онсала; станции измерений обозначены латинскими буквами [McClusky et al., 2000]

к удлинению Эгейского региона на 200–300 км, т. е. на треть первоначальной ширины [Angelier et al., 1982].

1.3. Активные разломы как источники землетрясений

1.3.1. Общий подход

Совпадение активных разломов со скоплениями гипоцентров землетрясений свидетельствует о взаимной связи этих явлений. С одной стороны, активный разлом является той зоной ослабленной прочности, где упругие деформации, накапливаемые при относительных перемещениях плит или блоков литосферы, разрешаются импульсной подвижкой, сопровождаемой землетрясением. Его сила зависит от величины снятой деформации и объёма горных пород, в котором такое снятие произошло, т. е. размера очага землетрясения. Эта обусловленность сейсмичности активными разломами позволяет использовать их для прогнозирования зон возникновения очагов землетрясений и оценки их сейсмического потенциала, а при более детальном изучении выделять сами потенциальные очаги, определять наиболее вероятный тип сейсмогенной подвижки и средний период повторяемости сильнейших сейсмических событий. С другой стороны, землетрясение является эпизодом жизни активной зоны, проявлением её развития, которое наиболее наглядно отражает особенности морфологии и характер перемещений. Оценка относительного вклада сейсмических импульсов и медленных движений (крипа) в суммарное смещение по разлому даёт представление о режиме его активности.

Оценка сейсмической опасности территории, называемая долгосрочным сейсмическим прогнозом, опирается на опыт инструментального изучения современных землетрясений. Сила землетрясения характеризуется его магнитудой, регистрируемой по данным сейсмических станций. Энергия (в Дж), выделяемая при землетрясении, связана с магнитудой M_s следующей зависимостью, предложенной Ф. Т. Аптикаевым:

$$E = 10^{(8.1 + 0.9098(M + 1.55))}.$$

Интенсивность сотрясений на земной поверхности, вызываемых колебаниями геологической среды при землетрясении и приводящих к разрушениям и жертвам, оценивается баллами или величиной ускорения. В России и некоторых других странах пользуются 12-балльной шкалой интенсивности MSK, близком к используемой на западе модернизированной шкале Меркалли. Для современных землетрясений интенсивность сотрясений,

убывающая с удалением от очага, устанавливается обследованием эпицентральной области, а магнитуда и глубина определяются сейсмологическими методами. Для доинструментальных землетрясений, о которых можно судить только по данным о сотрясаемости, приведшей к разрушениям, решающее значение приобретают соотношения интенсивности, магнитуды и глубины. Они различны в разных регионах, но в общем, чем глубже очаг сильного землетрясения, тем слабее он проявляется на поверхности, но обычно больше площадь сотрясений.

Оценка сейсмической опасности заключается в определении интенсивности возможных сейсмических сотрясений для данной территории и расположенных на ней сооружений. Интенсивность устанавливается по данным о сейсмогенерирующих зонах — их расположении, магнитуде максимальных возможных землетрясений M_{max} и периоде их повторяемости. Эти характеристики получают комбинацией сейсмологических и геологических подходов. Сейсмологические подходы базируются прежде всего на расположении уже случившихся землетрясений и графике их повторяемости в регионе или сейсмогенерирующей зоне. На графике по оси X отложены магнитуды землетрясений, а по оси Y — логарифмы количества землетрясений той или иной магнитуды. Поскольку период инструментальных наблюдений, не превышающий 100 лет, обычно недостаточен, чтобы в течение него произошли сильнейшие возможные землетрясения, график стараются пополнить землетрясениями прошлого, отмеченными в исторических документах или выраженными проявлениями археосейсмичности (разрушения древних сооружений) и палеосейсмичности (сейсмического нарушения геологических тел).

Геологические подходы основаны на выделении и параметризации активных разломов, как потенциальных источников землетрясений (сейсмогенерирующих зон), и определении их параметров, используемых для оценки M_{max} и повторяемости землетрясений. Такими параметрами являются длина L участка разлома, который может одновременно активизироваться, вызвав землетрясение, и величина одноактной подвижки по разлому при случившемся землетрясении D . На основе данных об инструментальных землетрясениях разработаны эмпирические формулы, связывающие величины L и D с магнитудой корового землетрясения M . Наиболее популярны формулы, предложенные в работе [Wells, Coppersmith, 1994].

Для определения L важна сегментация разлома, т. е. разделение его по геологическим признакам на отрезки, которые могут генерировать разные землетрясения. Изучение следов недавних сильных землетрясений показало, что при них сегменты редко вспарываются на всём своём протяжении. Поэтому оценка M_{max} , рассчитанная по длине сегмента, является предельной и может быть завышена. Для определения величины максимальной произошедшей по разлому в прошлом сейсмогенной подвижки D важно обособить её от других сейсмогенных подвижек и смещений, созданных крипом. Но и в этом случае остаётся сомнение, является ли измеренная в точке разлома сейсмогенная подвижка действительно максимальной. По-

этому оценка M_{max} , основанная на этом параметре, может рассматриваться как нижний предел её возможной величины. Кроме того, при использовании L и D для оценки M_{max} надо установить тип разлома, поскольку движения разного типа связаны с магнитудами вызвавших их землетрясений по-разному.

Ниже на конкретных примерах рассмотрена та информация, которая, наряду с инструментальными данными, используется для оценки сейсмической опасности.

1.3.2. Историческая сейсмичность

При анализе исторической сейсмичности Восточной Ойкумены мы опирались на опубликованные каталоги землетрясений и сведения об отдельных сейсмических событиях Эгейского региона, Анатолии, Леванта, Ирака и Ирана [Трифонов, Караханян, 2004]. В этих работах использован обширный исторический материал. За скухими строками древних авторов масштабы трагедии иногда проступают весьма ощутимо. Среди них выделяется своей эмоциональностью описание Северием Антиохийским (Severus of Antioch) землетрясения с $M_S = 7,7$, которое произошло в Антиохии в ночь с 13 на 14 сентября 458 г. (цит. по кн. [Catalogue..., 1994, p. 296–297]):

Как все вы, достопочтенные, помните, ужасное и печальное зрелище предстало перед глазами всякого, когда можно было видеть, как старики, так же как юноши и дети, вместе умерли безвременно и внезапно; как женщины были погребены заживо, когда их дети ещё тянулись к груди, жажда сосать молоко, и не осознавали смерть, простёртую над их головами; как мужчины, которые были в отсутствии, когда их дома рухнули, хотя и избежали опасности, но, подобно внезапно ослепшему бегуну, испытали потрясение и невольно шли навстречу смерти, от которой они спаслись. Другие оставались под рухнувшей крышей и либо не могли выбраться из-за их преклонного возраста или некой иной немощи, либо уже приняли смерть по божьему предначертанию, ибо сказал пророк: «Куда я скроюсь от Твоего духа и от Твоего лика, где найду я спасение?» Они могли чудом спастись, будучи замурованы в ямах и находясь как бы в пещерах; люди пытались убедить их дать о себе знать и отозваться, ибо только по их крикам можно было узнать, что они не умерли.

Иные же остались стоять и не пострадали, когда стены обрушивались здесь и там...

Находился человек, плечи или ноги которого были сломаны, или чьи руки были отрублены, или который был ушиблен или ранен в лицо большим камнем, который обрушился и повредил ему лицо; был и такой, которого никто не узнавал, и он лежал полумертвым; хотя ему могли помочь, никто не приходил к нему на помощь: он был подобен тому, чья ду-

ша уже отлетела. А другому, почти не пострадавшему, обрушившееся придавило конечности, подобно птице, попавшей в силок. А иные были повержены домами, рухнувшими вместе с их обитателями, и оставаясь в живых, не могли даже крикнуть.

В домах, испытавших сотрясения, стены рухнули и крыши провалились и людям под ними угрожала смерть; те, кто находился внутри, стонали от удушья, причитали и рыдали. И так они оплакивали себя, не слезами на похоронах, но слезами погребённых, поскольку на их головы обрушились камни и они были погребены под черепицей, стропилами и балками.

Тогда город был покинут его обитателями, потому что каждый бежал в высокие горы и в удалённые сельские места, особенно в необитаемые. Потому что не было помещения, стены или крыши, где можно было бы быть уверенным в безопасности, поскольку всё было в движении и ужасно тряслось...

Когда землетрясение прекратилось, те, кто хоть насколько-то уверились в этом, первыми ступили на землю, чтобы идти в город. Но каждый был одержим страхом и полон ужаса, подобно людям, которые пересекли широкое море и покидали свои корабли, ещё дрожа и находясь в страхе. Когда они ходили вокруг домов, они горевали и не могли найти утешения, будучи не в силах вынести то, что они видели: приходил отец одного и брат другого, иной оплакивал сына, а иной друга; потому что не было дружеских уз, которые не были бы порваны смертью.

А вот мать, которая любила своих детей и внезапно потеряла сразу всё свое потомство и лишь спаслась сама, утратив все надежды; она страдает, сжигаемая своей любовью. Когда она после долгого бега достигает разрушенного дома, вырывая волосы и раздирая щёки, она скорбно рыдает, падает ниц на груды камней и страстно устремляет, подобно мечу, свой материнский взгляд в щели между камнями; она не видит никого из любимых детей, как бы ей не хотелось; тогда она порывается спасти их, начиная прислушиваться: приставив ухо, она пытается звать каждого из детей по имени громким голосом, как-будто её тихий голос не был бы услышан ими. Не найдя утешения и помутившись разумом из-за страданий, она падает бездыханная и умоляет дать ей покинуть этот мир вместе с её детьми.

Иные же, которые знали, как философски терпеть эти наказания, посланные Богом, составили корпус погребения умерших: погужали их на повозки и, привозя в святой храм, устраивали им достойные похороны...

А как некоторые бежали в Дафне, как я слышал, и провели ночь без сна! Как другие, потеряв веру и рассудок, отправились в Селевкию, так что, когда землетрясение случилось, они оказались на кораблях и верили, что могут обеспечить безопасность веслами...

И как многие были сожжены огнём молний, многих поглотили трещины в земле, а иные пропали в морских водах или из-за ливня.

Территория Армянского нагорья, включающая Восточную Анатолию, Малый Кавказ и Северо-Западный Иран, оставалась относительно мало-

изученной, что приводило к занижению сейсмической опасности. Нами выполнена ревизия данных об исторической сейсмичности этого региона, содержащихся в латинских, византийских, арабских и иранских источниках. Был предпринят также более полный анализ армянских летописей. В итоге список сильных исторических землетрясений был пополнен, а данные о некоторых известных событиях уточнены [Трифонов, Karakhanian et al., 1994; Караханян, 1999; Трифонов, Караханян, 2004]. Приведём характерные примеры.

Землетрясение 499 г. Сирийский летописец Псевдо Джошуа Стилист сообщает:

В 499 г. в месяце май в страну (*Сирия*) пришло множество саранчи, после отложения ею яиц севернее страны (*в Киликийской Армении*) произошло страшное землетрясение <...> В 499 г. в месяце сентябрь сильнейшее землетрясение произошло, раздался ужасный грохот, который слышали во множестве городов и сёл, и сотряслись они. Плохие вести стекались со всех сторон, чудные знамения произошли на р. Евфрат и горячих водах г. Абарне, воды которого высохли <...> В полночь г. Никополис разрушился до основания, и все его жители погибли под развалинами, спаслись только три человека <...> На севере есть армянская церковь Аршамашат, очень крепко и красиво построенная. В тот день, когда погиб Никополис, была страшная гроза и толпа людей молилась в церкви до полуночи, когда от землетрясения всё разрушилось и большинство погибло.

Город Абарне (Вагаршакополис) — ныне г. Чермик, расположенный в 35 км к югу от оз. Хазар. Церковь Аршамашат находилась в одноименном главном городе провинции Цовк, ныне заброшенном с. Апмушат, или Харабанаджира, в 15 км к ЗЮЗ от г. Палу. В V–VI вв. на территории Армянского нагорья существовали два города Никополис. Один из них, более известный, находился в провинции Себастья (Сивас) в долине Ашхарова рядом с современным г. Шебинкарахисар. Второй, о котором в данном случае идёт речь, был расположен на юге, в Киликии, в 15 км к ССВ от г. Ислахие. Таким образом, в 499 г. произошло землетрясение интенсивностью ≥ 10 баллов и вероятной магнитудой $M_s \geq 7,5$, разрушительные последствия которого были сконцентрированы вдоль Восточно-Анатолийской зоны разломов в полосе длиной до 350 км. Предполагаемые координаты эпицентра: $38,13^\circ$ с. ш.; $38,63^\circ$ в. д.

Землетрясение 1046 г. В летописях армянского историка Матеоса Арханеци записано:

В году 1046 летом на головы людские гнев Божий обрушился, и ужасное и невиданное землетрясение произошло. Вся Вселенная обрушилась. Так, каждое строение разрушилось в провинции Эхекианц (*область долины р. Евфрат возле г. Ерзинка, названного турками Эрзинджаном, и примыка-*

ющих горных хребтов), и множество церквей, дворцов и крепостей разрушилось. Город Эрзинка и город Ани-Камах (*современный г. Камах в 30 км юго-западнее Эрзинджана*) полностью разрушились. Земля во многих местах разорвалась, и люди в бездны земные погрузились. И каждый день земля тряслась на протяжении 1 года.

По данным арабских источников [Poiret, Taker, 1980], в 1046 г. в г. Диарбекир и г. Элат (Ахлат) соответственно в 200 и 275 км от Эрзинка наблюдались 8-балльные сотрясения. В каталоге Н. К. Карапетян [1986] землетрясение 1046 г. характеризуется магнитудой 6 и интенсивностью 9 баллов с эпицентром у г. Эрзинджана. Эпицентр, бесспорно, находился возле г. Эрзинджана, однако приведённые летописные сведения свидетельствуют о его интенсивности 10–11 баллов и магнитуде M_s , близкой к 7,5. Кроме того, в ряде каталогов в 1046 г. отмечается ещё одно землетрясение с эпицентром в районе г. Ани — древней столицы Армении ($40^{\circ}31'$ с. ш.; $43^{\circ}34'$ в. д.; $M_s = 5,5$; $I = 8$) с упоминанием, что были разрушены церкви и дворцы этого города. Однако в армянских летописях нет никаких данных о разрушительном землетрясении в Ани в 1046 г. Первые сведения об этом содержатся в Актах собрания Кавказской археографической комиссии за 1873 г. (том 5), причём со ссылкой на книгу того же Матеоса Арханеци. Очевидно, землетрясение разрушило не столичный город Ани, а город Ани-Камах, соседний с городом Эрзинка, а сведения в упомянутых каталогах основаны на поздних искажённых данных 1873 г.

Землетрясение 1319 г. Во многих армянских летописях указывается, что в 1319 г. произошло опустошительное землетрясение в Араратской стране, провинциях Артаз (район г. Маку), Сюник (Зангизур), Гегаркуник (оз. Севан), Ширак (Северная Армения). Были разрушены г. Ани, церковь Святого Тадевоса в провинции Артаз (г. Маку), где погибло 75 человек. Мы обнаружили данные о разрушении церкви в с. Арени (район с. Ехегнадзор Республики Армения), о чем свидетельствует надпись о восстановлении церкви в 1320 г., и в с. Варденик (юго-западное побережье Севана), где сохранились два надгробных камня с надписями о 12 погибших в 1319 г. при землетрясении.

Во всех известных первоисточниках и работах XVIII–XIX вв. говорится об одном сильном землетрясении 1319 г. Однако в современных каталогах с этим землетрясением произошли метаморфозы. В Новом каталоге землетрясений в СССР [1977] в 1319 г. отмечаются два землетрясения: одно в г. Ани с $M_s = 5,4$ и другое возле горы Арарат с $M_s = 6,2$. В Каталоге Н. К. Карапетян [1986] приводятся три землетрясения 1319 г.: у г. Ани ($M_s = 5,5$), возле горы Арарат ($M_s = 5,5$) и у г. Сисиан (Сюник–Зангезур, $M_s = 5,5$). На наш взгляд, упомянутые сведения не подтверждаются никакими фактами и представляют собой попытку искусственно занижить магнитуду и интенсивность землетрясения 1319 г. путём его разложения на два–три события. Имеющиеся факты свидетельствуют об одном сильнейшем землетрясении 1319 г. Где находился его эпицентр? Известно земле-

трясение, вызвавшее похожие разрушения в тех же районах. Это землетрясение 2 июля 1840 г., сопровождавшееся сильнейшими разрушениями вокруг горы Арарат, во всей Араратской области, городах Маку и Ани, в Сюнике–Зангезуре и Северной Армении. Поэтому мы считаем наиболее вероятным, что в 1319 г. произошло одно сильное землетрясение с магнитудой $M_S \geq 7,3$ и интенсивностью ~10 баллов, с положением эпицентра, близким к землетрясению 1840 г.: $39^{\circ}30'$ с.ш.; $43^{\circ}54'$ в.д. Можно полагать, что оба землетрясения произошли в зоне Балыкгёльского активного разлома в Восточной Турции.

Для сеймотектонической оценки землетрясений наиболее интересны содержащиеся в исторических документах сведения о сейсмогенных нарушениях земной поверхности и типе этих подвижек. Сведения такого рода можно найти в первом письменном свидетельстве о сильном землетрясении — Книге пророка Захарии:

И станут ночи Его (Господа) в тот день на горе Елеонской, которая пред лицом Иерусалима к востоку; и раздвоится гора Елеонская от востока к западу весьма большою долиною, и половина горы отойдёт к северу, а половина её — к югу. И вы побежите в долину гор Моих; ибо долина гор будет простираться до Асима; и вы побежите, как бежали от землетрясения во дни Озии, царя Иудейского... И будет в тот день, живые воды потекут из Иерусалима, половина их к морю восточному и половина их к морю западному: летом и зимой так будет [Зах. 14: 4–5].

Поскольку годы правления иудейского царя Озии известны, землетрясение датировано примерно 760 г. до н. э. Его M_S оценена в 7,3 по аналогии с деформационным эффектом более поздних подобных событий. Особенно интересно указание на возникновение сейсмогенного разрыва, по которому «половина горы отойдёт к северу, а половина её — к югу». Это вполне соответствует сдвиговому типу смещений в меридиональной Левантской зоне разломов — основной сейсмогенерирующей зоне региона. В целом, сведения о типе сейсмогенных подвижках в древних источниках редки, и это заставило обратиться к поискам их следов в археологических объектах.

1.3.3. Археосейсмичность

В сейсмических областях, и особенно в зонах активных разломов, описано немало случаев вторичных проявлений археосейсмичности в виде разрушения и повреждения древних сооружений разного типа (рис. 15 на цвет. вкл.). Известны и сейсмогенные смещения древних сооружений по активным разломам. Выше отмечалось, что возле с. Аль-Хариф в 5 км севернее г. Миссиаф на западе Сирии античный акведук смещён влево на 12 м по трём ветвям Левантской зоны разломов (см. рис. 10). Как показало палеосейсмологическое обследование выкопанной рядом траншеи, смещение

явилось результатом трёх сильных землетрясений [Meghraoui et al., 2003]. Выражением археосейсмичности является и отмеченное выше смещение древней подземной оросительной галереи по Главному Копетдагскому разлому в Туркмении со следами как минимум двукратного её восстановления (см. рис. 4, Г). Если бы смещение было результатом непрерывных медленных движений по разлому, новые отрезки галереи, построенные вместо разрушенных, не могли бы функционировать.

Подобные проявления известны и в других местах и используются при оценке сейсмической опасности [Archaeoseismology, 1996]. Гораздо хуже изучены параметры сеймотектонической деформации, которая могла происходить рядом с активными разломами и между ними. Рассмотрим это явление на примере сеймотектонической деформации узкого блока между двумя ветвями разлома Св. Симеона, выраженной в руинах крепости-монастыря Св. Симеона Столпника (Калат-Симан) в Северной Сирии.

Разлом Св. Симеона. Этот разлом протяжённостью 80 км ответвляется на СВ от восточного борта впадины Эль-Габ Левантской зоны активных разломов и примыкает на севере к активному разлому Аафрин Восточно-Анатолийской зоны (рис. 16, см. рис. 8). На всём протяжении разлома выявлены левосдвиговые смещения и изгибы пересекаемых им долин и боковых водоразделов на расстояния в сотни метров и местами до 1,5–2 км (рис. 17) [Karakhanian et al., 2008]. Вместе с тем, косое направление штрихов скольжения на плоскостях зоны разлома указывает на присутствие подчинённой вертикальной компоненты смещений. Она выражена уступами высотой до 100 м. В северном сегменте разлома уступы обращены на запад, т. е. поднято восточное крыло, а в изогнутом южном сегменте — на восток и юго-восток, за исключением отрезка к ЮЗ от с. Дарат-Ицца, где ветви разлома ограничивают впадину pull-apart длиной ~17 км.

Сегменты разлома кулисно подставляют друг друга таким образом, что южный сегмент начинается восточнее окончания северного сегмента (рис. 18). Между ними зажат невысокий хребет Симан. На его склонах окончания сегментов разветвляются на серии мелких разрывов, образующих уступы высотой 1–5 м и круто наклонённых к оси хребта. Таким образом, хребет представляет собой сжатую и выдавленную структуру. На известняковом основании хребта расположен монастырь Св. Симеона.

История и архитектура монастыря Св. Симеона. Св. Симеон-Столпник (392–459) принадлежит к числу наиболее почитаемых учителей Ранней Христианской церкви. В 22-летнем возрасте он обосновался в монастыре г. Талалиссос (современный Дейр-Симан), а через 3 года перебрался на соседний хребет, где, по преданию, более 40 последних лет жизни проповедовал со специально выстроенной колонны (столпа). После его смерти по настоянию последователей, и прежде всего, Св. Даниила-Столпника (409–493) и по повелению византийских императоров Льва и Зенона в 476–490 гг. на этом месте был возведён крестообразный храм Св. Симеона-Столпника.

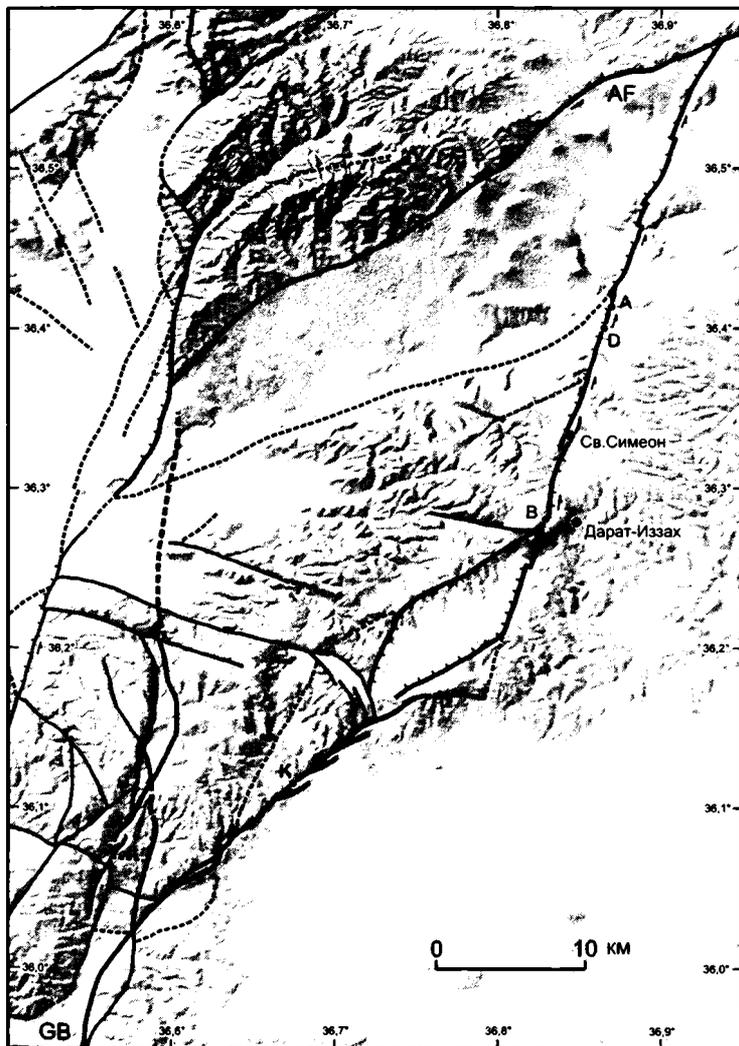


Рис. 16. Активный разлом Св. Симоона [Karakhanian et al., 2008]

Условные обозначения см. на рис. 6. AF – разлом Аафрин; GB – разлом восточного бор­та впадины Эль-Габ; А, В, D, К – сдвиговые смещения по разлому Св. Симоона: А – смещение долины на 550 м возле с. Бурдж Абдало, D, В и К – смещения, представленные соответственно на рис. 17,А,Б,В



Рис. 17. Левосдвиговые смещения форм рельефа по разлому Св. Симеона

А — район мустьерских пещер Дедерих I и II, где были найдены фрагменты скелетов детей-неандертальцев: а-а' — левое смещение долины на 250 м; Б — космическое изображение Quick Bird с разрешением 0,6 м части купола Джебель Шейх Баракат, сложенного миоценовыми известняками: А-А' — левое смещение северного склона купола на ~1,2 км; В — космическое изображение Quick Bird района с. Харамбуш: смещённая по разлому на 2–2,5 км часть горного хребта, оказавшаяся в юго-восточном крыле разлома, подпрудила спускающиеся с хребта долины и сформировала приразломную депрессию

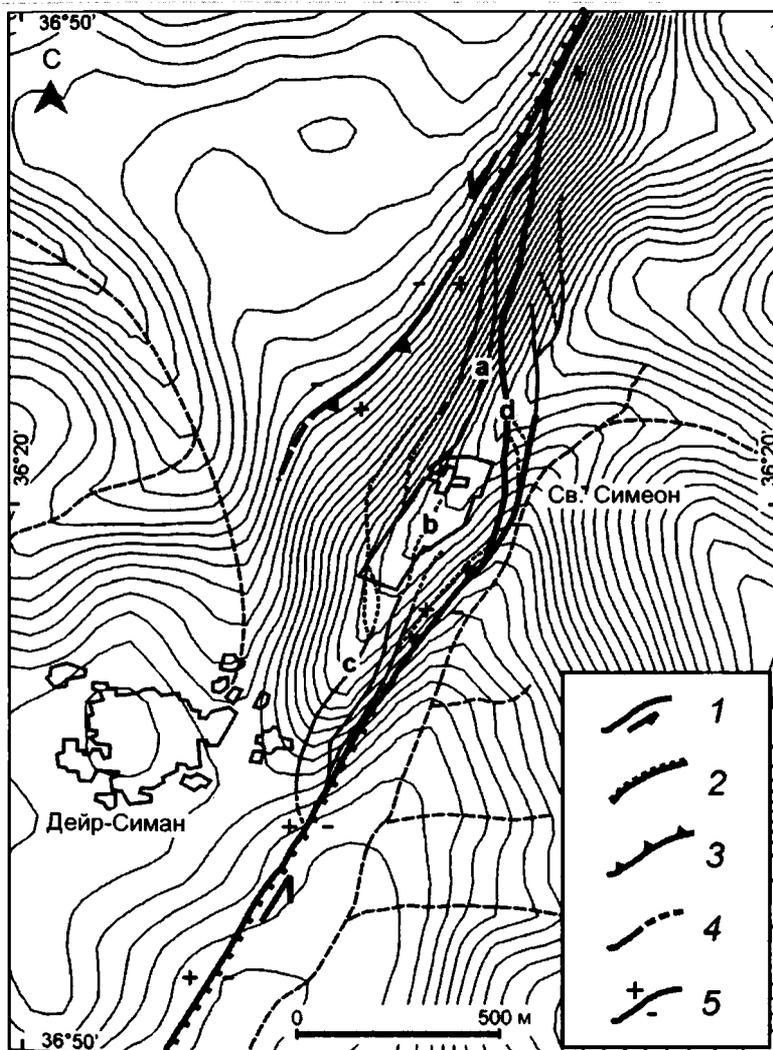


Рис. 18. Разрывные нарушения и топография хребта Симан между двумя сегментами разлома Св. Симеона; показан контур одноимённого монастыря [Karakhanian et al., 2008]

1 – сдвиг; 2 – сброс; 3 – взброс; 4 – мелкие разрывы а, b, c; 5 – поднятое и опущенное крылья разлома

Храм сооружался в эпоху, когда крестообразная конструкция ещё не была разработана. Поэтому крестообразная форма была достигнута оригинальным сочетанием практиковавшихся тогда архитектурных элементов: атриума и базилики. В центре находился восьмиугольник со столпом, — аналог атриума, возможно крытый деревянным куполом (рис. 19, А на цвет. вкл.). От него крестообразно отходили четыре крыла в форме трёхнефной базилики. Северное, южное и западное крылья почти квадратные (25x24 м), а восточное крыло удлинено до ~32 м и снабжено тремя абсидами на конце. Стены храма сложены блоками из местного известняка и, за исключением западного крыла, установлены на коренном известняке, который, будучи обработан, слагает на значительном протяжении нижние части стен на высоту до 1 м. Западное крыло залегает на коренных породах лишь вблизи восьмиугольника, а западнее покоится на арочной колоннаде, образуя «лоджию». Вход в храм первоначально находился в западном крыле, а затем был перенесён в южное.

В конце V – начале VI в., после сооружения храма, рядом с ним возник ряд других построек, превративших комплекс в монастырь [Tchalenko, 1953]. Важнейшие из них (с севера на юг) — капелла, соседствующая с восточным крылом; братский корпус для монахов; баптистерий с пристроенным маленьким храмом (рис. 20). Вероятно, тогда же появились два небольших помещения: протесис к северу и дяконикон к югу от алтарной части главного храма. Северная и восточная стены протесиса на высоту до 1,5 м вырублены в коренном известняке. Основания стен баптистерия также вырублены в коренной породе. Было оборудовано несколько цистерн для сбора дождевой воды. Крупнейшая из них находилась примерно в 50 м к западу от западного крыла.

Монастырь сильно пострадал при землетрясении или землетрясениях конца 520-х годов, но был восстановлен. При этом главный храм лишился купола над центральным восьмиугольником (если он существовал прежде), а вход был перенесён к южному крылу. Именно в таком восстановленном виде храм описал Эвагриус в 560 г. [Tchalenko, 1953]. Однако затем монастырь вновь пострадал от арабских завоеваний VII в. и землетрясений. В результате, к концу X в., когда Византия восстановила контроль над этой территорией, большая часть главного храма оказалась разрушенной. Понадобились восстановительные работы. Мозаичный пол восточного крыла и, возможно, часть стен были переложены в 979–986 гг., в эпоху правления императоров Василия II Булгаробойца (976–1026) и Константина VIII (976–1028). Об этом сохранились соответствующие надписи. Тогда же монастырь был обнесён мощной стеной с башнями и превращён в крепость (отсюда название Калат-Симан — Крепость Св. Симеона). В XI в. крепость вновь взяли арабы. Пострадавшая при захвате, она затем подверглась новым землетрясениям, была разрушена и опустела. Но ещё в XVI в. восточное крыло главного храма и баптистерий использовались под жильё. Сейчас крепость является музеем.

Проявления археосейсмичности. Они обнаружены на разных участках зоны разлома Св. Симеона, в частности, в соседнем с. Дейр-Симан (см.



Рис. 20. Космическое изображение Quick Bird монастыря Св. Симеона

1 — главный храм, 2 — его лоджия, 3 — капелла, 4 — общежитие монахов, 5 —баптистерий, 6 — храм баптистерия, 7 — засыпанный бассейн для сбора воды

рис. 19). В самом монастыре сейсмические воздействия привели к полному разрушению кровли всех построек, большому или меньшему разрушению стен, обрушению колонн, глубоким, иногда сквозным трещинам в стенах. В главном храме наиболее сильно разрушены западное и восточное крылья. Почти полностью разрушена западная часть лоджии. Повреждена поддерживающая её аркада, что заставило оборудовать под ней дополнительные опорные столбы. Следы сильного сейсмического воздействия обнаружены и в других конструкциях монастыря, в том числе сооружённых в X–XI вв. оборонительных стенах. В главном храме, баптистерии и других сооружениях отмечены многочисленные случаи вращения блоков, а иногда и рядов кладки, чаще по часовой стрелке [Karakhanian et al., 2008].

Проявлениями сейсотектонической деформации могут быть искривления конструкций монастыря, и прежде всего главного храма. Стены его северного, южного и большей части западного крыльев почти взаимно перпендикулярны и ориентированы в направлениях $\sim 100^\circ$ ВЮВ и $10\text{--}12^\circ$ ССВ, соответственно. Однако ещё прежние исследователи отмечали, что ось симметрии, проведённая от центра западного крыла через центральный столп на середину центральной абсиды алтаря, в восточном крыле отклоняется на

3° к северу, простираясь в направлении 97°. Выполненные нами обмеры обнаружили ещё большие отклонения. Так, северная и южная стены восточного крыла ориентированы в направлении 94°, т. е. отличаются на 6° от простирания стен других крыльев. Это даёт отклонение приалтарной части боковых стен примерно на 3 м от оси симметрии храма, проведённой через западное крыло и центральный столп, и южная стена оказывается длиннее северной на 2,5 м. Параллельно развёрнутым боковым стенам восточного крыла ориентированы и плиты мозаичного пола, уложенного в 979–986 гг.

Рядом с боковыми стенами восточного крыла обнаружены цоколи более древних стен, простирающихся в направлении 91° (А и В на рис. 21, А). Они отходят от нынешних стен и в приалтарной части отклоняются от них на ~1 м. Алтарная стена перпендикулярна этим древним стенам, будучи ориентирована в направлении 1°. Отклонение древних элементов конструкции от оси симметрии достигает 9° против часовой стрелки, или ~4 м. В том же направлении (91°) ориентирована и северная стена капеллы, примыкающей к дьяконикону, тогда как её южная стена простирается в направлении 97° (параллельна оси восточного крыла) и сохранила следы древней реставрации. Подобное различие простирания северной и южной стен обнаружено и в баптистерии.

На западном продолжении боковых стен арочной колоннады, поддерживающей лоджию западного крыла храма, сохранились основания стен, которые, вероятно, были частью конструкции первоначального входа. Сейчас эти стены изогнуты по часовой стрелке на 7–9°, т. е. на расстояние до 3 м (см. рис. 21, Б). Значительные изгибы выявлены в стенах небольшого сооружения, расположенного в 50 м западнее и ниже на склоне хребта. Это неправильный четырехугольник, который, возможно, служил водосборным бассейном, а сейчас его внутреннее пространство засыпано камнями. Особенно резко изогнута против часовой стрелки самая западная часть южной стены сооружения, однако этот изгиб мог появиться в результате восстановительных работ, на которые указывают различия стилей прежней и новой кладки.

Интерпретация деформации монастыря Св. Симеона. Известно, что за редкими исключениями христианские храмы ориентированы алтарём примерно на восток. Поскольку компас появился в христианских странах достаточно поздно, а учёт магнитных склонений начался лишь с XX в., прежде ориентировка на восток определялась по первому лучу солнца в день святого, которому посвящался храм. При этом ошибки до 10° были вполне возможны. Известен пример – храм Сан Прокколо ди Натурно (VII в., Рим), где из-за ошибки строителей отклонение достигло 16° к северу; дабы частично поправить его, в конце Средних веков алтарь был развернут на 6°. Поэтому, само по себе, общее отклонение храма Св. Симеона от стран света на ~10° вполне ординарно. Необычными являются изгибы элементов конструкций, и прежде всего восточного крыла храма.

Изгиб восточного крыла на 3° отмечался прежними исследователями [Butler, 1920; Krenker, 1939; Tchalenko, 1953]. Поскольку строительная ошибка

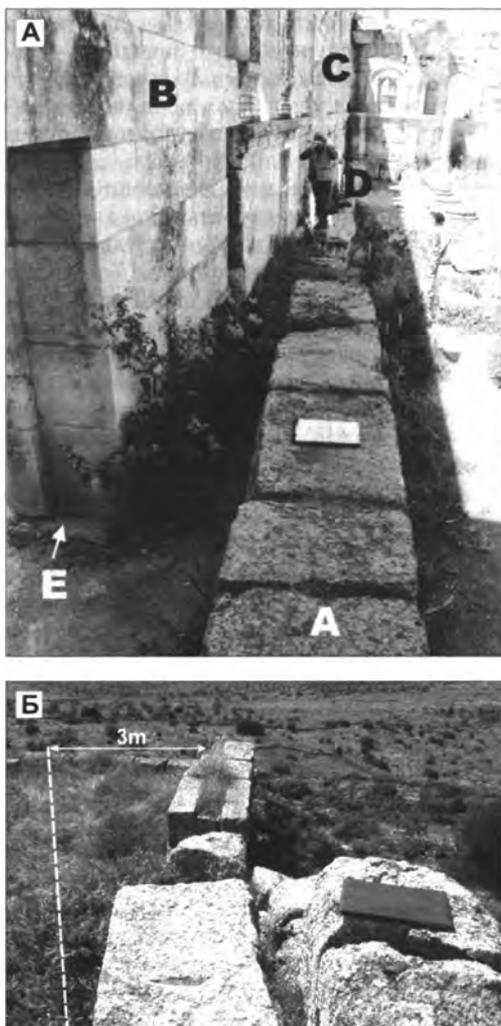


Рис. 21. Деформация стен главного храма монастыря Св. Симеона

А — остатки древней разрушенной стены восточного крыла храма, вид с востока; А — древняя разрушенная стена, В — позднейшая стена, реставрированная в XX в., С — старая часть позднейшей стены, D — место соединения древней стены со старой частью позднейшей стены, E — старый фундамент стены, реставрированной в XX в.; Б — искривление основания прежнего западного входа в храм

представлялась мало вероятной для того уровня строительных работ, какой был тогда в Византии, и того религиозного значения, какое имел храм, изгиб посчитали архитектурным замыслом. Предполагалось, что ориентировка границ восьмиугольника определялась по положению прямоугольного пьедестала под столпом, стороны которого проецируются по азимутам $\sim 18^\circ$ СВ и 108° СЗ, и к восьмиугольнику пристраивались базилики крыльев. Северное, южное и западное крылья, как не имевшие обрядового значения, ориентировались по границам восьмиугольника, т. е. в конечном счёте по направлениям пьедестала столпа. Восточное крыло, как предназначенное для богослужения, было развёрнуто к востоку.

Однако такое объяснение изначального планирования «кривого» храма или сознательного искажения его правильной формы в ходе строительства представляется неуверительным. Элементы северного, южного и западного крыльев ориентированы отнюдь не вдоль граней основания столпа, а под углом $7-8^\circ$ к ним. Стало быть, ориентировка граней не была определяющей. Разворот восточного крыла лишь наполовину приблизил его к направлению на восток. Выше показано, что отклонения от строгого соблюдения направления на восток вполне допускались в ту эпоху и не требовали разворота части конструкции. «Архитектурная» интерпретация не объясняет большего изгиба разрушенных древних боковых стен восточного крыла по сравнению с теми, которые были возведены там позднее, и того факта, что алтарная стена перпендикулярна именно этим разрушенным стенам, тогда как вновь построенные стены примыкают к ней косо. Не способна объяснить «архитектурная» интерпретация и деформации, наблюдаемой в основании стен прежнего входа у западного крыла храма.

Всё это склонило нас к сейсмотектонической интерпретации искривлений главного храма и других сооружений Калат-Симана. Предлагаются два варианта такой интерпретации: «минимальный», или компромиссный, и «максимальный» [Karakhanian et al., 2008]. По «минимальному» варианту, искривление всего восточного крыла на 6° признаётся архитектурным замыслом, а сейсмотектоническими считаются лишь те искривления конструкций главного храма и капеллы, которые никак не могут быть признаны архитектурным замыслом (рис. 22). Это искривление на 3° цоколей древних боковых стен западного крыла относительно стен, построенных вместо них позднее, и соответствующий разворот против часовой стрелки алтарной стены храма и северной стены капеллы. Они дают деформацию в $1-1,5$ м в полосе шириной до 15 м. Их дополняет искривление по часовой стрелке стен прежнего входа в западное крыло храма на $7-9^\circ$, или до 3 м, в полосе шириной до 25 м. В совокупности эти две зоны деформации отражают выжимание к югу горных масс основания монастыря, т. е. хребта Симан, заключённого между ветвями разлома. Для устранения последствий этой деформации вход в храм был перенесён от западного крыла к южному, восстановлена южная стена капеллы, построены новые участки боковых стен восточного крыла храма, а алтарная стена, сохранив прежнее направление, была перестроена: свод над центральной абсидой стал асим-

метричным, и его центр оказался вдвое ближе к южному краю абсиды, чем к северному.

Согласно «максимальному» варианту, сеймотектоническими признаются не только все деформации «минимального» варианта, но и изгиб стен западного крыла храма на 6° , т. е. до 3 м (рис. 23). В этом случае общий изгиб западного крыла достигает 9° , т. е. ~4 м, а ширина деформированной полосы — 40 м. Деформация произошла, по меньшей мере, в два приёма: до того, как на месте изогнутых боковых стен восточного крыла были возведены новые стены, и после этого. Величина выжимания горных масс хребта Симан к югу в этом варианте возрастает. Если признать деформацией также изгиб против часовой стрелки южной стены предполагаемого водосборного бассейна к западу от западного крыла, то выжимание дополняется Z-образным изгибом, характерным для зон левых сдвигов.

В итоге реконструируется сложная деформация хребта Симан, находящегося между кулисно расположенными окончаниями сегментов разлома. Помимо левого сдвига и сопровождавшей его деформации, присущих всему разлому, здесь геологически выявляется дополнительное сжатие, приведшее к воздыманию хребта Симан, и по деформации конструкций монастыря устанавливается выжимание горных масс хребта к югу. Сжатие может быть объяснено тем, что на участке кулисного подставления сегментов они отклоняются на $\sim 10^\circ$ к ЮЗ–СВ от генерального направления сдвига, а выжимание к югу — тем, что окончания сегментов сближены на севере и расходятся в южном направлении, где из-за этого сжатие уменьшается [Karakhian et al., 2008].

Вместе с тем, принимая сеймотектоническое объяснение искривлений конструкций монастыря, мы должны иметь в виду, что в этих сооружениях и их скальном основании не было обнаружено никаких сеймотектонических смещений по разломам. Не удалось проследить внутри сооружений и сами разломные уступы, наблюдавшиеся вне монастырского комплекса. Они были выровнены при строительстве и затем покрылись культурным слоем. Таким образом, следует признать, что деформация была пластической, не сопровождалась образованием заметных трещин скольжения и отрыва в скальном основании, а возникшие при ней повреждения кладки устранены частичным возведением новых стен в восточном крыле храма и на южной стороне капеллы и перенесением входа в храм от западного крыла к южному. Обнаруженные признаки таких работ достаточны для «минимального» варианта сеймотектонической интерпретации, но не вполне убедительно объясняют её «максимальный» вариант. В первую очередь это относится к сочленению восточного крыла храма с центральным восьмиугольником. Поэтому «максимальный» вариант представляется нам возможным, но не бесспорным.

Оценка времени сеймотектонической деформации главного храма и других сооружений Калат-Симана затруднена тем, что последние 800 лет постройки монастыря находились в руинированном состоянии и многие важные детали утеряны. Известно, что в рассматриваемом регионе произошло

немало сильных землетрясений, бóльшая часть которых связана с активностью соседних участков Левантской и Восточно-Анатолийской зон разломов [Ben-Menahem, 1991; Ambraseys, Melville, 1995; Ambraseys, White, 1997; Meghraoui et al., 2003; Трифонов, Караханян, 2004; Sbeinati et al., 2005]. Эти землетрясения могли вызвать разрушения в монастыре Св. Симеона, но едва ли были способны деформировать его конструкции. Это могли сделать лишь сильные землетрясения в зоне разлома Св. Симеона или в непос-

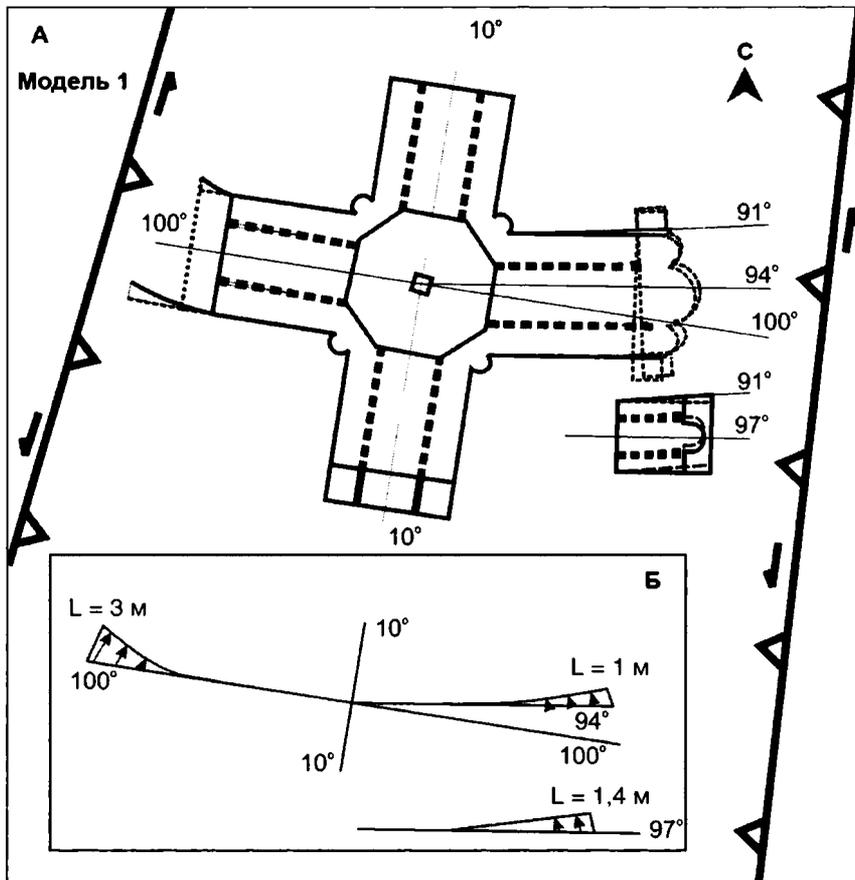


Рис. 22. «Минимальная» модель сейсмогенной деформации главного храма и капеллы монастыря Св. Симеона (А) и эпюра этой деформации (Б) [Karakhanian et al., 2008]

редственной близости от него. Пока не обнаружены исторические свидетельства проявления конкретных сейсмических событий в монастыре. Поэтому, анализируя возможность сильных воздействий того или иного землетрясения на монастырские конструкции, мы руководствовались историческими описаниями разрушений в соседних крупных городах. Таких городов три: Антиохия и Селевкия (соответственно 72 км и 90 км к ЗСЗ от монастыря) и Алеппо (30 км к ВЮВ от него), причём ближайшим к Алеппо

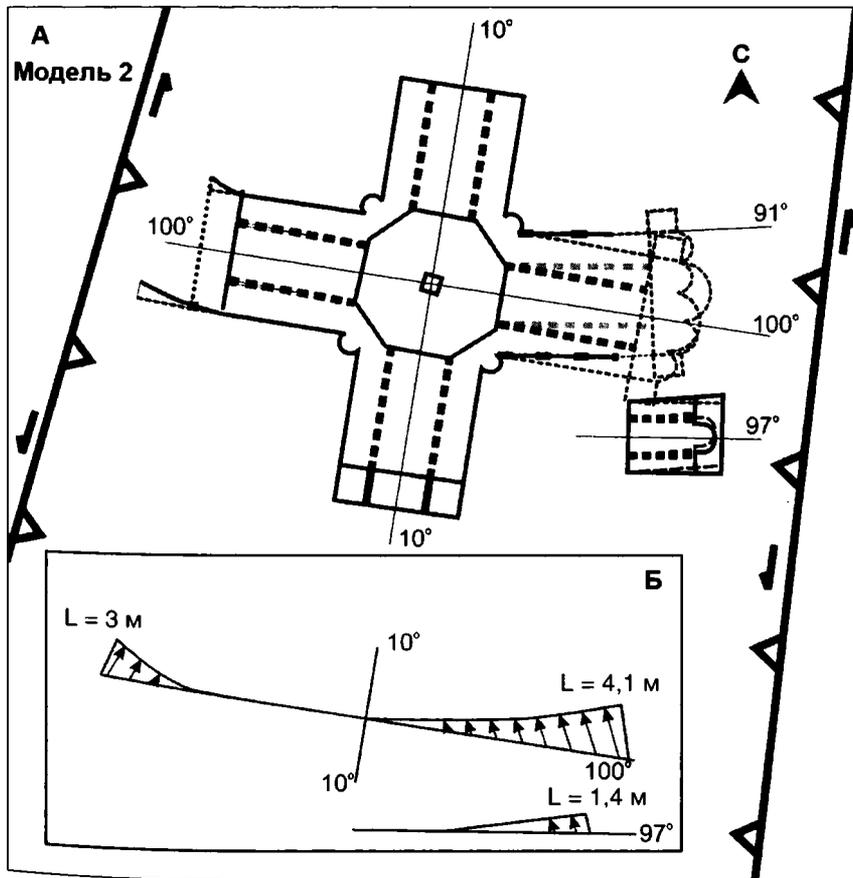


Рис. 23. «Максимальная» модель сейсмогенной деформации главного храма и капеллы монастыря Св. Симеона (А) и эпюра этой деформации (Б) [Karakhanian et al., 2008]

сейсмогенерирующим разломом как раз и является разлом Св. Симеона. Очевидно, наибольшее воздействие на конструкции монастыря оказали те землетрясения, разрушительные последствия которых были сильнее в Алеппо, чем в других указанных городах. Это землетрясения: 528 или 529 г. с $M_S = 7,5$, погубившее 140 тыс. человек; 587 или 588 г. с $M_S = 7,0$, погубившее 60 тыс. человек; 881 г. с $M_S = 6,5$; 1626 г., вызвавшие в Алеппо сотрясения интенсивностью 8–9 баллов, и 1822 г. с $M_S = 7,2$ [Karakhanian et al., 2008]. Возможно, к их числу относится и сильнейшее землетрясение 854 г., произошедшее в соседнем участке Восточно-Анатолийской зоны.

На основе приведенных сведений сейсмическую историю монастыря Св. Симеона можно реконструировать следующим образом. Землетрясение 528/529 г. привело к разрушениям и деформации храмовых построек, описанных выше как «минимальный» сеймотектонический вариант. К 560 г. последствия землетрясения были устранены, но затем монастырь вновь подвергся разрушению в результате как арабского завоевания, так и сейсмических событий 587/588, 854 и 881 гг. и, возможно, других землетрясений региона. Именно тогда могла произойти дополнительная деформация восточного крыла храма, предполагаемая «максимальным» вариантом, поскольку такая деформация, если имела место, то неминуемо должна была вызвать характерные повреждения кладки стен. Сейчас следы этих повреждений отсутствуют, и, принимая «максимальный» вариант, надо допустить, что они были устранены в ходе реконструкции 979–986 гг. Восстановленный монастырь подвергся новым разрушениям от повторного арабского завоевания и последующих землетрясений и в конечном счёте приобрёл современный вид.

Описанный пример интересен не только как воздействие активного разлома и сильных землетрясений на судьбу крупного монастыря. Он демонстрирует проявление сеймотектонической активности не в смещениях по разлому, а в деформации межразломного блока, что важно для оценки сейсмического воздействия на сооружения, не расположенные непосредственно на разломах.

1.3.4. Палеосейсмичность

Геологические методы палеосейсмологических исследований направлены на решение трёх главных задач: обнаружение следов сильных палеоземлетрясений в зонах разломов, определение их повторяемости и определение их магнитуд [Perspectives..., 1995; Yeats et al., 1997]. Выше мы уже говорили в общем виде об оценке M_{max} по соотношениям M_{max}/L и M_{max}/D . Решающее значение для выявления и датирования подвижек по активному разлому, величины одноактных подвижек D , связанных с сильными землетрясениями, и периода их повторяемости имеет «тренинг» — вскрытие разломных зон горными выработками и, прежде всего, поперечными канавами. Существует и четвёртая задача — отделить сейсмогенные подвижки по разлому от крипа, для решения которой также разработаны определённые методические приёмы.

Время подвижки «зажато в вилке» между возрастом отложений, смещённых сейсмогенным разрывом и перекрывающих его. Вместе с тем практически мгновенное формирование разломного уступа при сильном землетрясении могло сопровождаться появлением трещин разваливания уступа или его обрушением с формированием обвальная массы (коллювиального клина), а затем, в течение какого-то времени, накоплением отложений увеличенной мощности в опущенном крыле и уменьшенной (до отсутствия) в поднятом. Коллювиальный клин — прислонённая к разломному уступу и выклинивающаяся с удалением от него линза несортированного обломочного материала, по составу соответствующего породам, залегающим прежде выше по склону. Иначе говоря, клин, в отличие от отложений, смещённых сейсмогенным разрывом и перекрывающих его, примерно соответствует моменту землетрясения. Эти принципы лежат в основе выявления сейсмогенных подвижек и определения их возраста.

Один из первых удачных примеров подобных исследований представил К. Си [Sieh, 1978], вскрывший зону разлома Сан-Андреас в долине руч. Паллет в Калифорнии. Уникальность объекта состоит в том, что долина была подпружена оползнем ~1400 лет назад, и выше оползня, в зоне разлома, шло непрерывное накопление тонкослоистых озёрных отложений. Чуть более 100 лет назад запруда была прорвана, и накопившаяся серия осадков стала овражной террасой. К. Си разделил молодые разрывы зоны разлома по тому, какие слои они смещают и какими перекрыты. Имея в виду непрерывность осадконакопления, К. Си справедливо посчитал эти смещения результатами сильных палеоземлетрясений и, определив возраст слоёв, смещённых и перекрывающих тот или иной разрыв, установил возраст землетрясений. С VI по XIX в. были выявлены следы девяти палеоземлетрясений, интервалы между которыми варьировали от 50 до 300 лет, составляя ~160 лет в среднем. Так удалось установить факт палеоземлетрясений и определить их повторяемость. Но поскольку неизвестны удалённость канавы от эпицентров этих палеоземлетрясений и истинные величины сейсмогенных подвижек (у разлома Сан-Андреас доминирует правосдвиговая компонента перемещений), значения D не могли быть определены, и оценки магнитуд были сделаны из других соображений.

На рис. 24 представлен более сложный случай — канава поперёк Казерунской зоны разломов в горах Загрос, Иран. Сложность интерпретации разреза состоит в присутствии значительной сдвиговой компоненты перемещений, из-за которой разрезы крыльев разлома, вскрытые канавой, не вполне соответствуют друг другу. К тому же после каждой подвижки отложения поднятого крыла частично эродировались и их мощность уменьшалась. Тем не менее удалось выделить шесть комплексов позднечетвертичных отложений (1–6 на рис. 24). Три нижних комплекса, самый нижний из которых залегает в поднятом крыле на миоценовых глинах, существенно литифицированы, а три верхних, включая слой 6 современной перенахиваемой почвы, рыхлые.

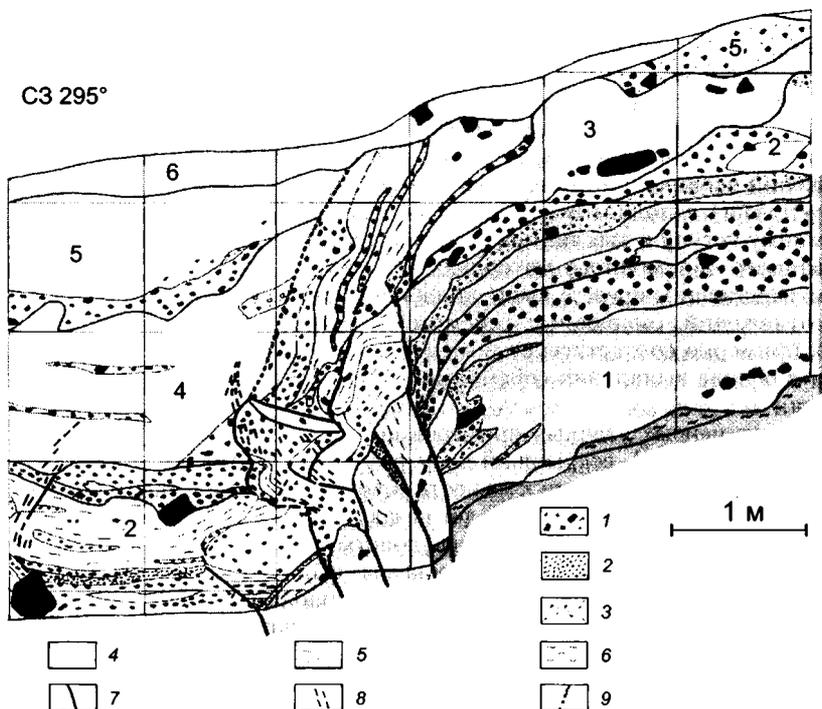


Рис. 24. Проявления палеоземлетрясений в траншее через зону Казерунского взбросо-сдвига, горы Загрос, Иран (по данным Д. М. Бачманова, А. И. Кожурина и В. Г. Трифонова)

1 — камни, щебень и галька; 2 — гравий; 3 — песок с галькой или гравием; 4 — песок и суглинок; 5 — слоистость в песке или суглинке; 6 — гипс; 7 — ветви Казерунского разлома; 8 — мелкие живые трещины; 9 — эродированный разломный уступ. Разным тоном и цифрами 1–6 выделены разновозрастные слои; верхний слой — современная почва. Вертикальные и горизонтальные линии проведены через 1 м

В разрезе устанавливается несколько сейсмогенных подвижек. Первая из них представлена разрывом, смещающим комплекс 1 и перекрытым комплексом 2. Вероятно, разрыв возник непосредственно перед отложением последнего. Второй подвижке отвечает крайний восточный разрыв, смещающий низы комплекса 2 и перекрытый его верхней частью. Третья подвижка отмечена по крайнему западному разрыву, смещающему на 0,5 м комплексы 1 и 2, но перекрытому комплексом 3. Дальнейшие смещения и деформации

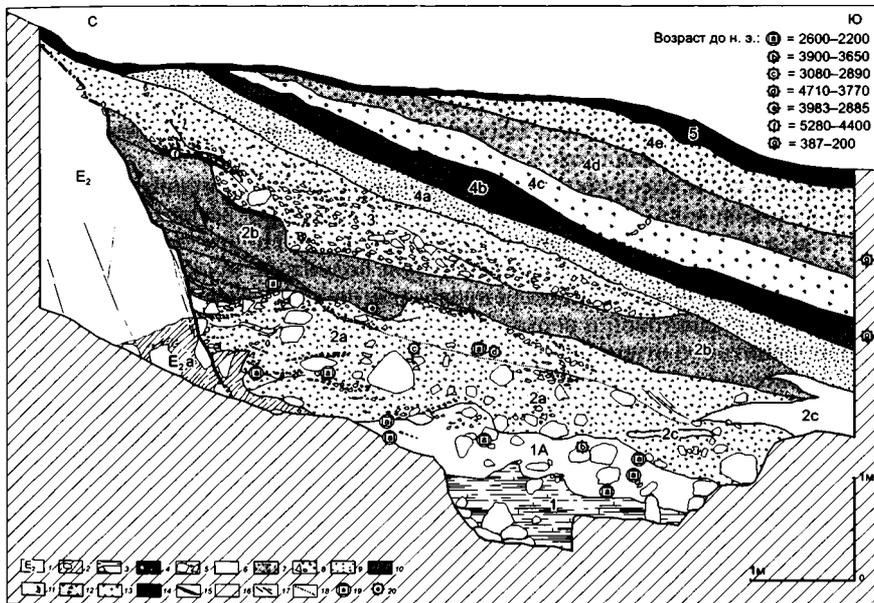


Рис. 25. Проявления палеоземлетрясений в траншее поперёк южного склона продольного антиклинального поднятия внутри Фиолетовской структуры типа push-inside (см. рис. 26) в зоне Памбак-Севанского взбросо-сдвига Армении [Philip et al., 2001]

1 — эоценовые отложения; 2 — брекчированные эоценовые отложения; 3 — коллювий, смешанный с палеопочвой (1); 4–8, 15 — отложения эпохи КУАК: 4 — включения камней в тонкообломочном материале, 5 — переотложенная палеопочва с камнями, щебнем и культурными остатками (1А), 6 — суглинок, 7 — тонкообломочная часть (2b) нижнего коллювиального клина, 8 — грубообломочная часть того же (2a) и вышележащего (3) коллювиальных клинцев, 15 — почвенное включение в коллювиальный клин 3; 9–12 — отложения античной эпохи: 9 — тонкообломочный делювий 4a, 10 — среднеобломочный делювий 4b, 11 — грубообломочные отложения 4c (возможно, коллювиальный клин), 12 — среднеобломочный делювий 4d; 13 — средневековый (?) делювий 4e; 14 — современная почва (5); 16 — нескрытая часть склона; 17 — разломы; 18 — границы слоёв; 19 — места находок керамики; 20 — места отбора радиоуглеродной пробы

связаны с центральным разрывом. Подвижка по нему привела к деформации комплекса 2 и почти вертикальному залеганию комплекса 3 непосредственно возле разрыва. Высота тектонического уступа, новообразованного, судя по прислонению к нему комплекса 4, — не менее 1,5 м. Возможно, эти деформации и смещения отражают два сейсмических импульса, первый из которых имел место непосредственно перед отложением комплекса 3 и вы-

звал смещение комплекса 2 на $\geq 0,6$ м и его смятие, а второй (перед накоплением комплекса 4) вызвал значительное (до 1,5 м) вертикальное смещение и привел комплекс 3 в крутое положение, почти параллельное поверхности разрыва. Последняя различимая подвижка произошла после накопления комплекса 5. Она увеличила высоту уступа ещё на 1 м, что фиксируется смещением этого комплекса.

Таким образом, здесь произошло пять или шесть сейсмогенных подвижек, сопровождавшихся вертикальными смещениями по ветвям разлома на 0,5–1 м, а при предпоследнем событии — до 1,5 м. Но эти смещения не отражают истинной величины сейсмогенной подвижки, поскольку в позднечетвертичное время преобладали правосдвиговые перемещения по разлому, и отношение сдвиговой и вертикальной компонент в среднем близко к 5/1. Если принять это отношение и для сейсмогенных подвижек, смещения при землетрясениях составляли 2–3 м, а при предпоследнем событии превысили 5 м. Пользуясь составленным А. Л. Стромом [1993] графиком соотношений магнитуды землетрясения с вертикальной компонентой преимущественно сдвигового перемещения, получаем, что магнитуда сильнейшего из выявленных в зоне разлома землетрясений близка к 7,3. Канава находится на сегменте разлома длиной ~100 км, и оценка M_{max} по соотношению M_{max}/L согласуется с этой величиной.

Рис. 25 демонстрирует разрез канавы понерёк небольшого продольного разрыва, осложняющего Фиолетовскую впадину push-inside в зоне Памбак-Севанского разлома Армении (рис. 26). Непосредственно возле разрыва в его поднятом крыле залегают трещиноватые и изменённые породы эоцена, кое-где перекрытые молодыми наносами и современной почвой. В основании разреза опущенного крыла на брекчированной и неровной поверхности эоценовых пород расположен обогащённый органикой культурный слой 1 с радиоуглеродной датой, относящейся к первой половине IV тысячелетия до н. э., но содержащий керамику XXVI–XXIII вв. до н. э. Расхождение между археологической и радиоуглеродной датами объясняется тем, что в процессе использования этого места до землетрясения (а здесь, вероятно, находилось прислонённое к разломному уступу помещение) верхний слой почвы был уничтожен, и обломки керамики оказались в вдавленных в нижележащую, более древнюю, часть почвенного слоя.

Здесь уместно вспомнить данные А. Л. Александровского [1996], который на примере Траянова вала в Прикарпатье показал, что почвы формируются длительно. В современной почве лишь самый верхний дерновый слой имеет возраст, близкий к современности. Но уже на глубинах до 20 см, где ещё продолжается накопление и преобразование гуминовых кислот, по которым чаще всего и определяется возраст почв, он может превышать тысячу лет. В палеопочве, погребённой под более молодыми наносами или антропогенными сооружениями, её самая верхняя часть часто не сохраняется, и радиоуглеродное определение, полученное из кровли сохранившейся части почвенного слоя, может быть на несколько сотен и даже тысячу лет древнее первоначального возраста поверхности почвы, испытавшей геодинамичес-

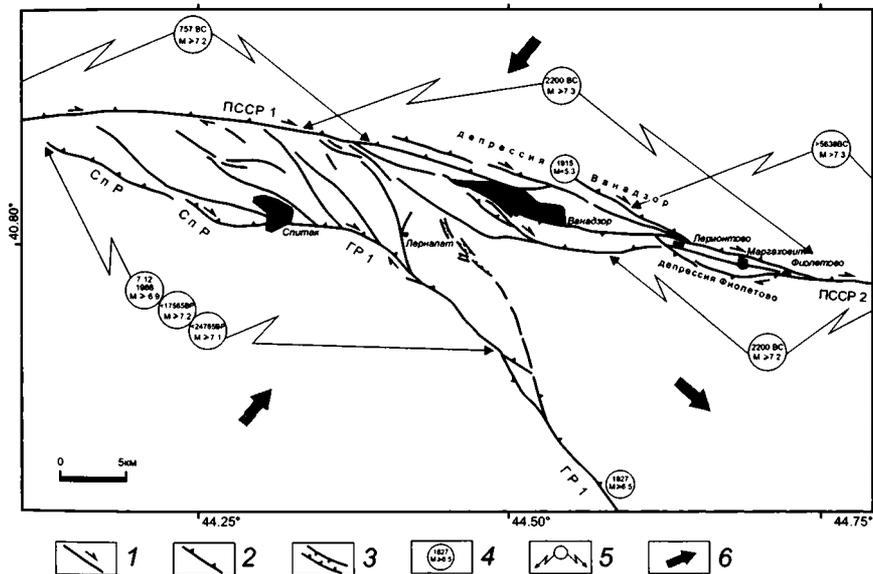


Рис. 26. Активные разломы района Ванадзорской и Фиолетовской структур типа push-inside, зона Памбак-Севанского взбросо-сдвига Армении [Karakhanian et al., 2004]

1 — сдвиги; 2 — взбросы и надвиги; 3 — сбросы; 4 — даты и магнитуды сильных землетрясений; 5 — поверхностные разрывы сильных землетрясений; 6 — направление регионального сжатия. Разломы: ГР1 — Гарнийский, ПССР 1, 2 — Памбак-Севанский, СпР — Спитакский

кое или антропогенное преобразование. Таким образом, радиоуглеродное датирование палеочернобы даёт лишь нижний предел возраста геодинамического события, запечатленного в её деформации. Сказанное относится и к культурным слоям, содержащим датируемые артефакты.

Выше культурного слоя 1 к разломному уступу прислонены два коллювиальных клина (2 и 3), переходящих кверху в более тонкообломочный делювий [Philip et al., 2001]. Оба клина срезаются вышележащими обломочными слоями 4, возможно содержащими ещё один коллювиальный клин. Радиоуглеродные даты из нижнего клина 2 различны по возрасту: одна из них оказалась древнее даты из слоя 1, а другая относится к 3080–2890 гг. до н. э. Дата из клина 3 дала возраст 5280–4400 гг. до н. э. — более древний, чем слой 1. Вместе с тем, оба клина содержат переотложенную керамику XXVI–XXIII вв. до н. э. Разброс радиоуглеродных дат и их расхождение с результатами архе-

ологического датирования объясняется тем, что радиоуглеродные даты получены из фрагментов почвы, снесённой с вышележащего склона; они могут не отвечать самому верхнему слою почвы, близкому по возрасту к моменту сноса, т. е. сейсмическому событию. Более древняя дата из верхнего клина 3 по сравнению с клином 2 находит объяснение в том, что она получена из фрагмента ещё более древней части почвенного слоя, обнажившейся после сноса её верхних горизонтов при первом землетрясении. Таким образом, даты, получаемые в клиньях, дают лишь нижний предел возраста соответствующих сейсмических событий.

Магнитуды землетрясений, представленных клиньями, оценены по соотношению M_s/D соответственно как 7,3 и 7,2 [Philip et al., 2001]. Залегание клина 3 на клине 2 и отсутствие между ними новообразованной почвы свидетельствуют о том, что землетрясения не были разделены большим отрезком времени. Возраст первого из них близок к возрасту культурного слоя XXVI–XXIII вв. до н. э., поскольку после землетрясения жизнь на поселении прервалась примерно на 500 лет. Она возобновилась в эпоху поздней бронзы и продолжалась в античное время, что доказывается радиоуглеродным (387–200 гг. до н. э.) и археологическим (III в. до н. э.) возрастом слоёв 4. Коллювиальный клин вверху античных слоёв указывает на возможность ещё одного землетрясения, с чем согласуется последующий культурный перерыв до эпохи зрелого Средневековья.

Существуют и другие, помимо «тренинга», методы регистрации палеоземлетрясений, хотя обычно получаемые с их помощью результаты менее определённые. Так, Р. Е. Уоллес [Wallace, 1977] показал, что ломаный профиль сбросового уступа может указывать на сейсмическую дискретность вертикального смещения, при которой крутизна соответствующей части склона зависит от длительности его эрозии, т. е. возраста подвижки. По данным Р. Е. Уоллеса, полученным в западной части Большого Бассейна США, выполаживание уступа происходит за счёт как эрозии его верхней части, так и аккумуляции продуктов разрушения внизу. Самые свежие уступы, не древнее первых тысяч лет, характеризуются в рыхлых отложениях наклоном $\sim 35^\circ$ и резким изломом в верхней части. Уступы, возникшие ~ 12 тыс. лет назад, имеют наклон $20\text{--}25^\circ$, а более древние уступы выполаживаются до $8\text{--}9^\circ$; при этом постепенно сглаживается верхний излом уступа. Указанные наклоны нельзя безоговорочно экстраполировать в другие районы, поскольку они зависят как от прочности пород, так и от климатических условий. Однако общий подход может быть использован для возрастного разделения уступов.

Тот же смысл имеют горизонтальные полосы разной степени эродированности на зеркале скольжения разрыва. Появление в нижней части обнажённой плоскости разрыва полосы, менее повреждённой и покрытой меньшим количеством лишайников, скорее всего, связано с сейсмогенной подвижкой. По размерам лишайников можно определить длительность экспонирования, т. е. возраст подвижки (лихенометрический метод).

Сейсмическая импульсность сдвиговых перемещений по активному разлому может быть выявлена по дискретности амплитуд горизонтальных

смещений форм рельефа в рассматриваемом сегменте разлома [Wallace, 1968; Трифионов, 1985]. Метод основан на том, что в зоне разлома непрерывно формируются всё новые пересекающие его мелкие водотоки. Со временем большинство их сменяется новыми подобными формами и только часть закрепляется в виде устойчивых элементов дренажной сети. Поэтому, чем раньше возникли водотоки, тем меньше их дожило до наших дней. Если по разлому происходили непрерывные сдвиговые перемещения, на гистограмме *амплитуда смещения / количество смещённых водотоков* будут представлены все амплитуды на фоне убывания больших амплитуд, накопившихся за длительное время. Если движения по разлому происходили в виде сильных сейсмических импульсов, разделённых эпохами тектонического покоя, на гистограмме будут представлены лишь некоторые амплитуды, соответствующие подвижкам при одном, двух, трех и т. д. землетрясениях, а промежуточные значения амплитуд будут отсутствовать или их будет мало.

Именно такой случай показан на рис. 27, относящемся к Хангайскому разлому в Северной Монголии. Максимум смещений 5–6 м характеризует подвижку при Хангайском (Болнайском) землетрясении 23 июля 1905 г. с $M_S > 8$. Интересно, что максимумы большей амплитуды, представляющие собой результаты сложения подвижек нескольких землетрясений, имеют значения 11 ± 1 ; $16,5 \pm 1,5$; $22 \pm 0,5$; $28,5 \pm 1,5$; 33 ± 1 ; 40 ± 1 ; 45 ± 1 м, т. е. приблизительно кратны смещению при Болнайском землетрясении. Очевидно, эти палеоземлетрясения имели близкие магнитуды.

Метод не дает возможности оценить возраст и средний период повторяемости сильных землетрясений. Для Хангайского разлома эта задача была

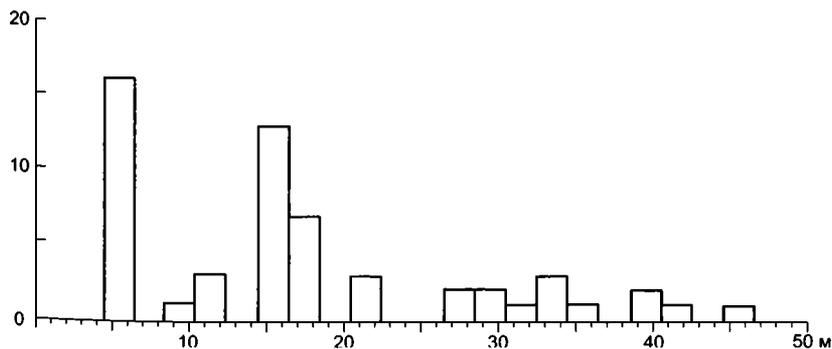


Рис. 27. Гистограмма распределения амплитуд позднеголоценовых левосдвиговых смещений мелкого рельефа на 15-километровом отрезке Хангайского разлома вдоль северного склона хребта Даган-Дэл, Северная Монголия (по оси абсцисс — амплитуды смещений в м, по оси ординат — количество смещённых форм) [Трифионов, 1985]

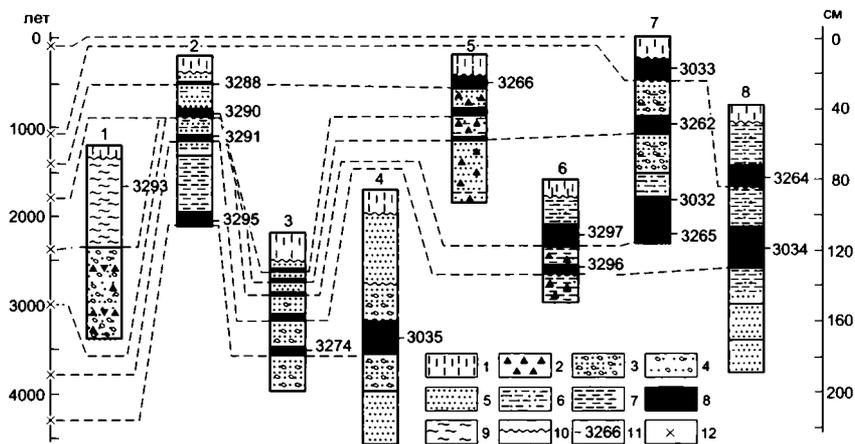


Рис. 28. Сопоставление разрезов шурфов и канав в мелких подпрудных озёрах и замкнутых котловинах зоны Хангайского разлома, Северная Монголия [Трифонов, 1985]

1 — почвенный слой; 2 — щебень; 3 — гравий; 4 — грубозернистый песок; 5 — средне- и мелкозернистый песок; 6 — супесь; 7 — суглинок и глина; 8 — суглинок или глина, реже супесь, обогащенная органическим веществом; 9 — торфяник; 10 — поверхность размыва; 11 — номер радиоуглеродного определения: ГИН-3032=2690 ± 110 лет; ГИН-3033=1090 ± 50 лет; ГИН-3034=3720 ± 160 лет; ГИН-3035=4280 ± 250 лет; ГИН-3262=2370 ± 80 лет; ГИН-3264=920 ± 60 лет; ГИН-3265=2990 ± 90 лет; ГИН-3266=1300 ± 250 лет; ГИН-3274=4210 ± 80 лет; ГИН-3288=1400 ± 100 лет; ГИН-3290=1780 ± 200 лет; ГИН-3291=3870 ± 180 лет; ГИН-3293=2360 ± 100 лет; ГИН-3295=4340 ± 20 лет; ГИН-3296=3280 ± 180 лет; ГИН-3297=2950 ± 150 лет; 12 — предположительный возраст сильного землетрясения (на условной шкале времени без калировки дат). Местоположение разрезов (с запада на восток): 1 — верховья р. Дунд-Гол; 2 — северо-западнее с. Ундэр-Хангай; 3 — западное окончание хребта Даган-Дэл; 4 — правый берег р. Джарантайн-Гол; 5 — в 20 км западнее оз. Уртын-Нур; 6 — в 12 км западнее того же озера; 7 — южный берег того же озера; 8 — западный берег того же озера

решена изучением шурфов, вырытых в мелких впадинах pull-apart или ограниченных сбросами запрудных котловинах, возникших на участках искривления сдвига или кулисного подставления его ветвей (рис. 28). Радиоуглеродное датирование озёрно-болотных фаций, отлагавшихся в моменты углубления впадин при сейсмогенной подвижке, позволило определить возраст восьми сильных землетрясений за последние 4,5 тыс. лет. Их повторяемость ~ 600 лет.

Косвенными свидетельствами сильных палеоземлетрясений и соответственно объектами, изучением которых можно определить возраст события, являются крупные приразломные оползни (особенно с большими величинами

нами их горизонтального перемещения относительно вертикального спуска), сейсмогенные изменения береговых линий, а местами также вулканические извержения, следовавшие за землетрясениями.

Заканчивая обзор геологических методов определения M_{max} активных зон, остановимся на вкладе крипа, уменьшающего оценку сейсмического потенциала зоны, в суммарное смещение. В общем случае гипотетическая оценка вклада крипа может основываться на реологической интерпретации горных пород в активной зоне [Allen, 1975; Трифонов, 1983]. Как показало геологическое и геофизическое изучение зон разломов до сейсмогенерирующих глубин, участки проявления крипа, сопровождаемого частыми слабыми землетрясениями и время от времени землетрясениями средней силы, сложены некомпетентными (рыхлые осадки, пластичные породы типа глин или серпентинитов) или сильно деструктурированными породами, тогда как импульсные подвижки при сильных землетрясениях с минимумом проявлений активности между импульсами характерны для участков, сложенных прочными породами.

В конкретных случаях присутствие крипа может быть установлено повторными геодезическими наблюдениями, изучением деформации построек, оград и трасс коммуникаций, пересекаемых разломом. Так, Н. Амбрасейс [Ambraseys, 1970] сообщал о левосдвиговом искривлении стены асфальтового завода в САЗР возле с. Исмет-Паша. Деформация, зарегистрированная в 1969 г., произошла в части зоны разлома, испытавшей смещения при землетрясениях 1944 г. ($M_S=7,3$) и 1951 г. ($M_S=6,8$), но деформированная на 24 см стена была возведена лишь в 1957 г. Посетив это место в 1992 г., мы обнаружили нарастание искривления стены до 30 см [Trifonov, Karakhanian, Kozhugin, 1994]. Стало быть, постсейсмический крип продолжался более 10 лет. В разрезах канав, заложенных в разломных зонах, признаком крипа является непрерывное, в каждом элементе слоя, изменение его мощности на пересечении с разломом, тогда как при сейсмогенных подвижках на них приходится вся амплитуда перемещения, не фиксируемого в слоях, накопившихся между подвижками. Разделение криповых и импульсно-сейсмических сдвиговых смещений по описанным соотношениям *амплитуда смещения / количество смещенных водотоков* открывает возможность количественной оценки вклада крипа.

1.3.5. Сейсмические очаги в зонах активных разломов

Описанные геологические методы оценки M_{max} используют среднестатистические значения параметров, испытывающих в реальной геологической среде отклонения от средних значений. При детальном сейсмоотектоническом изыскании, проводимых для оценки сейсмической опасности особо важных народнохозяйственных объектов, важнейшее значение приобретает не только детализация и уточнение параметров линейных сейсмогенерирующих зон, соответствующих активным разломам, но и выделение внутри

таких зон потенциальных очагов сильных землетрясений. Рассмотрим геологические подходы к решению этой задачи.

Сейсмогенные разрывы землетрясений с магнитудами $M_s \geq 6,7$, произошедшие в XX в. в САЗР, охватили более 90% её длины, включая всю центральную часть. В предыдущие два столетия землетрясения происходили, в основном на краях зоны. Считая землетрясение 1644 г. с магнитудой ~ 8 пиком предыдущего сейсмического цикла, аналогичным землетрясению 1939 г. с магнитудой 7,8, получаем продолжительность последнего цикла ~ 300 лет. Если рассматривать область распространения сейсмогенных разрывов сильного землетрясения, примерно совпадающую с областью афтершоков, как проекцию его очага, то в течение последнего цикла такие очаги последовательно охватывали разные сегменты САЗР, мало перекрывая друг друга [Ambraseys, 1988, 1989].

Таким образом, за последний сейсмический цикл землетрясения «проработали» почти всю САЗР, вызвав праводвиговое смещение ≥ 5 м, а по данным А. Барка, до 8 м. Местами они сопровождалась крипом, ускорявшимся при сильных землетрясениях и тяготевшим территориально к их эпицентральной областям. Очаги охватывали сегменты САЗР, как правило расположенные эшелонировано друг относительно друга. В этом структурно проявилась сегментированность САЗР, ограничивающая её M_{max} , которая, исходя из обсуждавшихся выше соотношений M и L с поправкой на сдвиговый тип подвижки, не должна превышать 8, что согласуется с данными исторической сейсмичности.

Эпицентры сильных землетрясений XX в. расположены обычно не в центральных частях соответствующих активизированных сегментов зоны разлома, а вблизи их окончаний, где сегменты кулисно подставляют друг друга. Сравнение положения эпицентров XX в. и сильнейших исторических землетрясений в центральной части САЗР показало, что последние, когда их удавалось более или менее точно локализовать по макросейсмическим данным, тяготели к тем же участкам САЗР, что и сильные землетрясения XX в. [Trifonov, 2000]. Иначе говоря, их очаги консервативны и могут быть использованы для прогноза мест будущих подобных событий.

Участки кулисного подставления сегментов, по-видимому, служили «зацепами», где в силу их структурного своеобразия прежде других участков движения прекращалось и начиналось накопление упругой деформации. Позднее именно в них оказывался эпицентр очередного землетрясения, и его разрушительные последствия были особенно велики. Появление «зацепа» приводило к замедлению и прекращению перемещений в смежном сегменте активной зоны и накоплению там упругой деформации. Она снималась в ходе землетрясения, что выразилось в образовании сейсмогенного разрыва. Частично это продолжалось в процессе афтершоковой активности и местами крипа.

На территории Северо-Армянской дуги активных разломов [Trifonov, Karakhanian, Kozhurin, 1994], имеющих преимущественно сдвиговый тип перемещений, подобные участки эшелонированного подставления сегмен-

тов также характеризуются повышенной сейсмичностью, и именно к ним тяготеют очаги современных и исторических сильных землетрясений. Короткие разломы связывали окончания соседних сегментов, образуя вместе с ними своеобразные ромбовидные структуры [Trifonov, Karakhanian et al., 1994]. Как отмечено в разделе 1.1, они испытывали, в зависимости от относительного положения эшелонированных сегментов, либо растяжение (впадины pull-apart), либо сжатие. В последнем случае межразломный блок чаще выдавливался кверху, но мог и вдавливаться вниз, образуя впадину типа push-inside. В. К. Кучай [1981] на примере Памира и Тянь-Шаня отметил повышенную сейсмичность вдавленных межгорных впадин. Детальное изучение впадин push-inside в зоне Памбак-Севанского разлома Армении также выявило их повышенный сейсмический потенциал.

Повышенная сейсмичность отмечена и в областях пересечения активных сдвигов. Примером такого типа сейсмического очага служит пересечение САЗР с Восточно-Анатолийской зоной разломов возле с. Карлиова на востоке Турции [Trifonov, Karakhanian, Kozhurin, 1994]. С приближением к месту пересечения с северо-запада САЗР разделяется на серию омолаживающихся к северу ветвей, из которых лишь самая молодая северная ветвь продолжается по другую сторону пересечения. Аналогичное ветвление испытывает и Восточно-Анатолийская зона с приближением к пересечению с юго-запада, причём по другую сторону пересечения продолжается лишь самая молодая восточная ветвь. Мы объяснили эту структурную особенность тем, что сдвиговые подвижки по одной из пересекающихся зон нарушают сплошность второй зоны, тормозя дальнейшее перемещение по ней и вызывая накопление упругой деформации. Формирование новой ветви второй зоны, связывающее разобщённые участки и сопровождающееся сильным землетрясением, восстанавливает возможность движения, которое, в свою очередь, нарушает сплошность первой зоны и вызывает накопление в ней упругой деформации. Оно также приводит к сильному землетрясению, и процесс повторяется.

Как показал опыт исследований, выполненных в Средней Азии и на Восточном Кавказе, потенциальными очагами могут быть также участки сочленения разнонаправленных активных зон, проявляющих наибольшую подвижность на разных уровнях земной коры (в чехле и фундаменте или в их разных горизонтах). В объёмах, где сочленяются такие разноглубинные зоны, из-за их динамических и кинематических различий аккумулируется упругая энергия, которая приводит к срыву и дисгармоничной деформации горизонтов и служит источником землетрясений, причём их очаги в таких участках охватывают не только соседние разноглубинные активные структуры, но и субгоризонтальные зоны срыва между ними [Макаров и др., 1982].

Приведённые примеры не исчерпывают, разумеется, структурных особенностей очагов землетрясений, но демонстрируют подход к их детальному изучению. Вместе с тем сопоставление эпицентров сильных ($M_s \geq 5,5$) землетрясений Армянского нагорья и соседних территорий с элементами геологической структуры выявило приуроченность эпицентров к областям распространения офиолитов, возникших в древних океанах и представлен-

ных магматическими породами ультраосновного и основного состава и сравнительно глубоководными осадками. В такой приуроченности следует различать воздействие регионального и локальных факторов [Иванова, Трифонов, 1993]. Региональное значение имеет то обстоятельство, что офиолитовые сутуры являются ослабленными зонами, вдоль которых развиваются наиболее протяжённые и мощные активные разломы, в частности — значительная часть САЗР. В качестве локальных факторов выступают различные проявления внутренней неоднородности офиолитовых зон, общее отличие плотности офиолитов от соседних пород, инверсия плотностей при надвинутом залегании офиолитовых комплексов, что в совокупности приводит к местной гравитационной неустойчивости как источнику локальных геодинамических воздействий.

Вещественные и, как следствие, плотностные неоднородности офиолитовых зон обуславливают повышенную концентрацию упругой деформации в отдельных участках. Среди химических преобразований офиолитовых комплексов, вызывающих изменения геодинамической обстановки, отметим трансформацию перидотита с плотностью $\sim 3,3$ г/см³ в серпентинит с плотностью 2,55 г/см³, приводящую к увеличению объёма породы до 15–20%. Такая трансформация ускоряется в активных зонах, отличающихся повышенной современной проницаемостью как для метеорных, так и для ювенильных вод. Преобразования с изменениями объёма испытываются в таких условиях и базальты.

Плотностные неоднородности и вещественные преобразования могут служить источником местных подвижек, прежде всего, в направлении действия силы тяжести, т. е. вертикальных. Обращает внимание в этой связи, что механизмы очагов землетрясений и сейсмогенные разрывы XX в. в САЗР при неизменном направлении сдвига заметно различаются вертикальной составляющей перемещений, которая в целом выше усредненного соотношения этих составляющих движения за голоцен — поздний плейстоцен и, тем более, за весь четвертичный период. Отчасти они могут отражать воздействия указанных локальных неоднородностей и вещественных преобразований.

Обнаружены участки активных зон, где суммарные подвижки при землетрясениях за сейсмический цикл не только больше, чем в соседних сегментах той же зоны, но даже больше, чем могло быть при геологически выявленной средней скорости движений в этой зоне. Избыток получается за счёт дополнительной вертикальной составляющей движений, обязанной своим возникновением локальным тектоническим факторам. Таков, в частности, участок Эрзинджан–Карлиова в САЗР, где количество сильных землетрясений существенно больше, чем в зоне в целом. Особенности участка являются структура типа push-inside, приуроченность к пересечению САЗР с Восточно-Анатолийской зоной, высокие гравитационные контрасты соприкасающихся пород и присутствие крупнейшего ультраосновного массива, подвергающегося вещественным преобразованиям.

Таким образом, при детальном сейсмо-тектоническом изыскании должны учитываться особенности строения активной зоны, обуславливающие её сегментацию, локализацию и форму сейсмических очагов, а также неоднородности глубинного строения и возможные вещественные преобразования, способные локально изменить динамическую обстановку и служить дополнительным энергетическим источником землетрясений. Сочетание столь разнообразных факторов сейсмогенеза определяет его нелинейный характер.

1.4. Активность разломов и землетрясения как причина оползней

Многие сильные современные землетрясения и палеоземлетрясения нашли отражение не только в смещениях по активным разломам, но и в сопутствующих катастрофических явлениях на земной поверхности — прежде всего в крупных обвалах и оползнях. Так, на территории Армении гигантские позднеголоценовые оползни обнаружены на южном склоне долины р. Арпы. Они приурочены к активным разломам юго-восточной ветви Гарнийской зоны, образующей южный край Гегам-Варденисской миндалевидной структуры. Судя по радиоуглеродным датировкам, оползни возникли в 735 г. при катастрофическом землетрясении с расчетной магнитудой $M_s \geq 7$, погубившем большую часть населения долины р. Арпа — >15 тыс. человек.

Крупные сейсмогенные оползни возникали и приводили к трагическим последствиям и при других сильнейших исторических землетрясениях Закавказья (Гянджа, 1139 г.; Арарат, 1840 г.). В XX в. подобные события происходили в разных горных странах (Хаит, 1949 г.; Уаскаран, 1970 г.; Гиссар, 1989 г.) Таким образом, активные разломы, эпицентральные зоны сильных землетрясений и крупные оползни генетически и территориально связаны и представляют источники интегральной природной опасности. Ниже сделана попытка оценить её на примере г. Ванадзор (Кировакан) с населением 173 тыс. человек, занимающего западную и центральную части Ванадзорской депрессии push-inside (см. рис. 26). Рядом с городом находятся сёла Мегрут, Шаумян и Дарпас с населением ~10 тыс. человек. Оценки для г. Ванадзор относятся и к ним.

Ванадзорская депрессия морфологически и генетически занимает в Памбак-Севанской зоне разломов такое же положение, как упоминавшаяся Фиолетовская депрессия push-inside, но имеет бо́льшие размеры. Её длина 16 км при максимальной ширине 3 км. Она ограничена по краям активными разломами с поднятыми внешними по отношению к депрессии крыльями (рис. 29). Внутри депрессии видны многочисленные эшелонированно расположенные уступы, приуроченные к активным разломам. По некоторым из них обнаружены правосдвиговые смещения водотоков на величину до 700 м при вертикальной

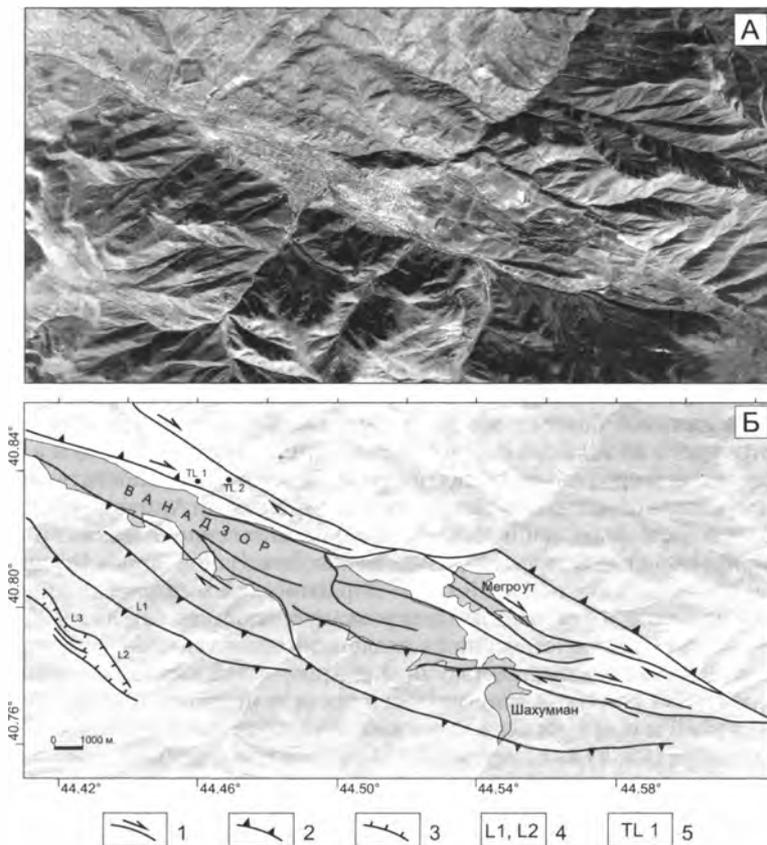


Рис. 29. Активные разломы Ванадзорской депрессии: космический снимок Landsat 7ETM+ (А) и его интерпретация (Б) [Karakhanian et al., 2004]

1 – сдвиги; 2 – взросы; 3 – сбросы; 4 – оползни; 5 – хранилища токсичных отходов

амплитуде смещения в 25–30 м. Спитакское землетрясение 1988 г. вызвало разрушения и гибель людей в западной части г. Ванадзора. Согласно действующим сейчас в Армении нормам сейсмического строительства, территория оценивается предельно допустимым ускорением в 0,4. В соответствии с такой оценкой происходит современное развитие города и его окрестностей. При этом в западной части Ванадзора находятся химический комбинат, завод искусственного волокна и ТЭЦ (соответственно 1, 2 и 3 на рис. 30).



Рис. 30. Оценка оползневой опасности западной части Ванадзорской депрессии, по данным А. С. Караханяна [Karakhanian et al., 2004]

1 – активные разломы (а – сдвиг, б – взброс); 2 – оползни L1 и L2; 3 – хранилища токсичных отходов TL1 и TL2 Ванадзорского химического комбината; 4 – транзит оползневых масс и масс из хранилищ токсичных отходов в случае их разрушения; 5 – промышленные объекты (1 – химический комбинат, 2 – завод искусственного волокна, 3 – ТЭЦ) и городские кварталы в зоне поражения; 6 – городские кварталы вне этой зоны

На юго-западном фланге депрессии над г. Ванадзор расположены три крупных сейсмогенных оползня, проявляющих современную подвижность, — L1, L2 и L3 (см. рис. 29, 30). Оползень L1 характеризуют объём 80 млн м³, перепад высот между оползнем и химкомбинатом 640 м, расстояние до химкомбината и жилых кварталов города 850 м, средний уклон местности 19°. Оползень L2 имеет объём 160 млн м³, перепад высот между ним и химкомбинатом 1000 м, средний угол склона 14°, расстояние до химкомбината 2,7 км. Оползень L3 характеризуется объёмом 300 млн м³, перепадом высот между ним и химкомбинатом 1300 м, средним углом склона 19° и расстоянием до химкомбината 2,9 км. Уступы отрыва оползней совпадают с разломами Памбак-Севанской зоны, ограничивающими Ванадзорскую депрессию с юга. Депрессию отличает высокий уровень атмосферных осадков, способствующий усилению оползнеобразования. Его опасность повышает массовая вырубка лесов на склонах оползней L1–L3.

На северо-западном борту депрессии над г. Ванадзор, заводом искусственного волокна и ТЭЦ расположены два хранилища высокотоксичных отходов химического комбината (см. рис. 29, 30), способных при увлажнении быстро впитывать влагу и превращаться в жидкую, быстро текущую пульпу и частично уже находящиеся в жидком состоянии. Хранилище TL1 имеет объём 3 млн м³, перепад высот между плотиной и городом 70 м, расстояние до города 500 м, средний угол склона 7°. Хранилище TL2 имеет объём 4 млн м³, перепад высот между плотиной и городом 200 м, расстояние до города 1110 м и средний угол склона 7°. Обе плотины хранилищ построены в 1972 г. прямо в зонах активных разломов. Плотины представляют собой насыпные земляные дамбы в глубоких оврагах и приурочены к местам их резкого правого изгиба, вызванного смещениями по разломам Памбак-Севанской зоны на северном ограничении депрессии. Восточный борт оврага, на который опирается торец плотины хранилища TL1, проявляет оползневую активность. Обе плотины ослаблены Спитакским землетрясением 1988 г.

Долины, над которыми нависают оползни L1–L3, выходят к химкомбинату и г. Ванадзор. В случае отрыва оползней они могут, достигнув химкомбината и города, привести к катастрофе. При разрушении плотин хранилищ TL1 и TL2 токсичные полужидкие отходы также могут, достигнув города, завода искусственного волокна и ТЭЦ, разрушить их. Эти разрушения особенно вероятны в случае возникновения землетрясения, вызванного подвижкой по одному из разломов Памбак-Севанской зоны, проходящих по уступам отрыва оползней, телу плотин или близко от них.

С целью оценки такой опасности для г. Ванадзора были определены сейсмические ускорения, необходимые для обрушения оползней и плотин [Караханян и др., 2000]. Расчёт стабильности склонов оползней и плотин под воздействием сейсмичности проведён с использованием нормативных методов, принятых в Армении, и программы «Slop». Перемещения оползней и плотин рассчитаны решением задачи об угле поворота отсека обрушения

при круглоцилиндрической поверхности скольжения под сейсмическим воздействием. Расчёты показали, что склоны оползней L1–L3 уже при воздействии землетрясения с ускорением 0,3 ($M_S = 6,3$) теряют стабильность, и по ним возможны мгновенные перемещения масс оползней на 31,53–31,94 см. При ускорении 0,55 ($M_S = 7,3$) возможны перемещения на 57,81–59,55 см. Продолжительность расчётного землетрясения – 6 с, и за это время оползни могут прийти в интенсивное движение вниз по склону под действием сейсмовибрационных и гравитационных сил и переместиться на значительные расстояния. Расчёты предельного сейсмического ускорения, способного вызвать разрушение плотин хранилищ TL1 и TL2, показали, что плотина TL1 начнёт разрушаться при ускорении $>0,25$, а плотина TL2 – $>0,1$.

Поскольку по тыловым уступам оползней и телам плотин проходят активные разломы, мы рассчитали величину подвижки по разлому методом, предложенным в работе [Wells, Coppersmith, 1994], принимая, что подвижка по разлому будет близка по амплитуде подвижке всей массы оползней и плотин. Расчёты этим методом для разломов со взбросо-сдвиговой кинематикой дали подвижки амплитудой 60 см при землетрясении с $M_S = 6,3$ и амплитудой 350 см при землетрясении с $M_S = 7,3$. Получается, что обрушение оползней L1 и L2 и плотин TL1 и TL2 может произойти уже при землетрясении с ускорением 0,3 ($M_S = 6,3$). Используя формулу, предложенную в работе: [Davies, 1982], мы подсчитали вероятную длину перемещения деструктивных масс в случае схода оползней L1–L3 и разрушения плотин TL1 и TL2. Для оползня L1 длина пробега составит 4,3 км (при расстоянии до г. Ваназдор 850 м), для оползня L2 – 5,5 км (при расстоянии до города и химкомбината 2,7 км) и для оползня L3 – 6,7 км (при расстоянии до города 1,8 км). Те же величины составят для хранилища TL1 – 1,3 км при расстоянии до города 0,5 км и для хранилища TL2 – 1,3 км при современном наполнении отходами на 50% и 1,6 км при 100%-ном наполнении, тогда как его расстояние до города – 1,1 км.

Таким образом, в случае возникновения на рассматриваемом сегменте Ванадзорской депрессии землетрясения с ускорением 0,3 ($M_S = 6,3$) все три оползня могут активизироваться и сойти вниз, а плотины хранилищ токсичных отходов способны разрушиться и при более низких ускорениях 0,1–0,25. Деструктурированные массы, сойдя по долинам, достигнут г. Ваназдор. При этом они могут полностью разрушить значительные территории западной части города (см. рис. 30). Учитывая, что Ванадзорский химкомбинат находится в зоне возможного воздействия оползней L2 и L3, а завод искусственного волокна и ТЭЦ – в зоне возможного воздействия содержащего хранилища токсичных отходов, нельзя исключить многократное увеличение числа жертв среди населения в результате разрушения этих промышленных предприятий и отравления.

Согласно выполненным расчетам, риск для г. Ваназдор в случае подобной оползневой катастрофы, вызванной землетрясением с ускорением 0,3 и сопровождаемой токсическим поражением, будет исчисляться 10–20% насе-

ления при разрушении юго-западной части города, химкомбината, завода искусственного волокна и ТЭЦ. Количество жертв в этом случае (10–20 тыс. человек) окажется соизмеримым с потерями при Спитакском землетрясении 1988 г. Суммирование природных и техногенных факторов, сопутствующих землетрясениям в зонах активных разломов Ванадзорской депрессии, заставляет изменить оценку уровня сейсмической опасности (предельно допустимого ускорения), при котором могут произойти значительные разрушения и гибель людей в г. Ванадзор, с принятой сейчас 0,4 до 0,2–0,3.

1.5. Воздействия активной тектоники и сейсмичности на жизнь людей

Воздействия активных разломов на среду обитания человека многообразны. По происхождению, т. е. характеру процессов, оказывающих такие воздействия, они подразделяются на деформационные, вулканические, геофизические и геохимические, причём в каждой из выделенных групп присутствуют прямые и вторичные (производные) эффекты. Последние бывают интегральными, т. е. зависят от нескольких исходных процессов и явлений, и не всегда можно однозначно установить, какому из них принадлежит ведущая роль. По объектам воздействия различаются эффекты, оказывающие влияние на ландшафт, хозяйственную деятельность, биоту, жизнь и здоровье человека. Они могут быть положительными или отрицательными или сложным образом сочетать то и другое. Наконец, различаются воздействия кратковременные (импульсные) и длительные, порой неощутимые при жизни одного поколения. Но именно такие длительные воздействия, изменявшиеся с разной периодичностью, оказали наибольшее воздействие на становление и развитие человечества, миграцию, расселение и хозяйственную деятельность племён и народов, судьбу культур и государств.

Поскольку эта глава посвящена связи активных разломов с сильными землетрясениями, здесь рассматривается лишь их интегральное воздействие на жизнь и деятельность людей. Оно особенно велико для территории Восточной Ойкумены, больше половины которой занимают области высокой сейсмичности. Остановимся на деформационном эффекте сильных землетрясений и связанных с ними экзогенных явлениях.

Сейсмогенные деформации земной поверхности уже упоминались при описании активных разломов. Наибольшие экологические и экономические последствия имели деформации береговых линий, возникающие при вертикальных сейсмогенных смещениях. В дополнение к гибели людей и разрушению объектов жизнеобеспечения они делали непригодными существовавшие гавани и портовые сооружения, надолго, а местами навсегда нарушая жизнь

1.5. ВОЗДЕЙСТВИЯ АКТИВНОЙ ТЕКТОНИКИ И СЕЙСМИЧНОСТИ НА ЖИЗНЬ ЛЮДЕЙ

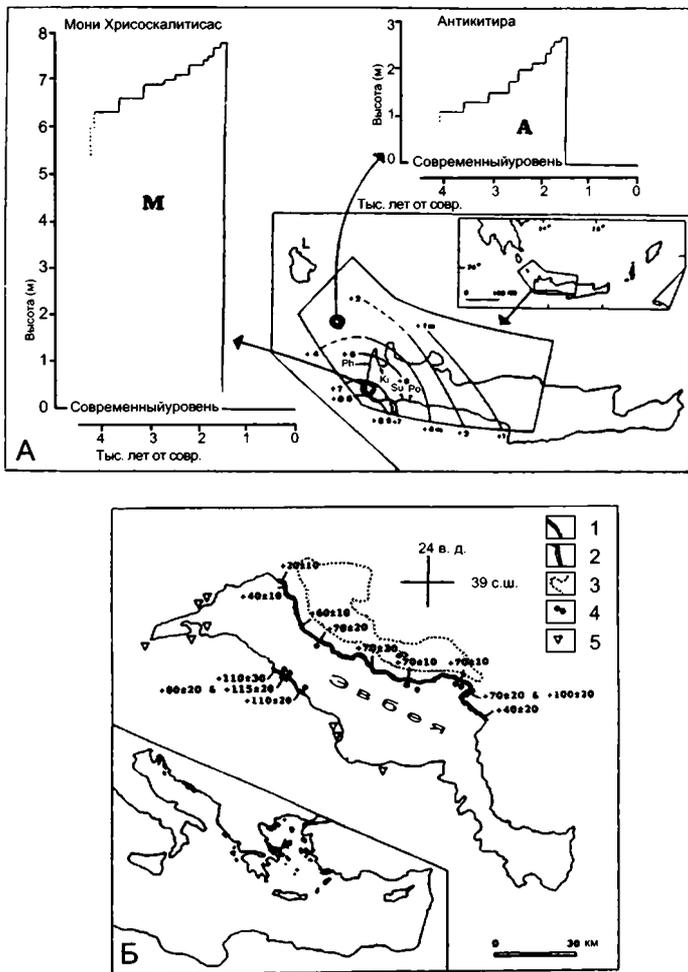


Рис. 31. Изменения береговых линий Средиземного моря в результате землетрясений

А – подъем побережий Крита в результате землетрясения 365 г. н.э., см [Pirazzoli, 1986]; М, А – позднеголоценовые вариации уровня моря (М – в Мони-Хрисоскалитисас на юго-западе Крита, А – на о-ве Антикитира), Ки – Кисамос, Ph – Фаласарна, L – Лиссос, Су – Суя, Ро – Поесидассус; Б – изменения береговой линии о-ва Эвбея у восточных побережий Греции, см [Pirazzoli, 1996]: 1 – побережья с единственным эпизодом воздымания; 2 – побережья с двумя эпизодами воздымания; 3 – подводные уступы у берегов Эвбеи; 4 – места отбора радиоуглеродных проб; 5 – затопленные археологические объекты

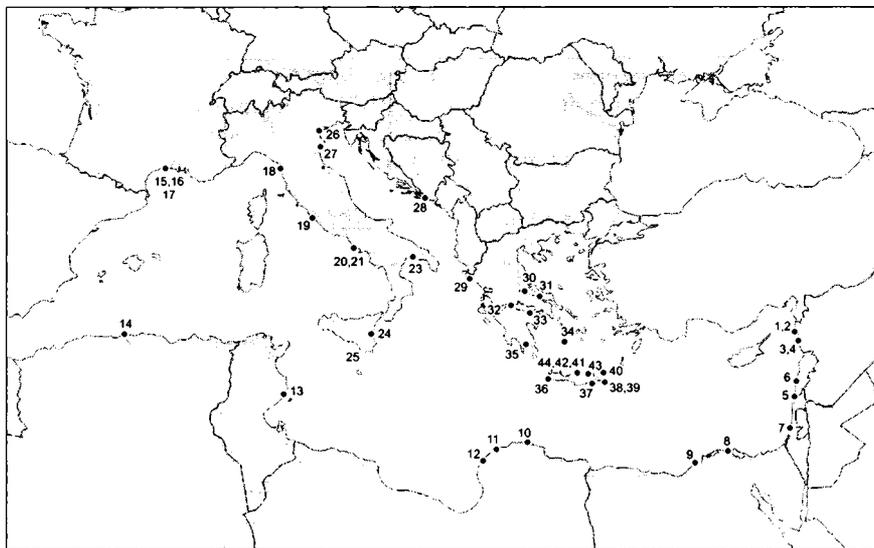


Рис. 32. Пункты на побережьях Средиземного моря, где в историческое время зафиксировано изменение береговой линии; пояснение номеров см. в табл. 1

прибрежных поселений. В Средиземноморье описаны многочисленные случаи локальной сейсмогенной просадки берегов, приводившей к частичному или полному затоплению античных и раннесредневековых поселений [Разумов, Хасин, 1978; Catalogue..., 1994; Черлов, 2004; Трифонов В., Трифонов Р., 2006]. Они происходили чаще всего при коровых землетрясениях с относительно небольшой глубиной сейсмических очагов. Мантийные землетрясения той же силы ощущались слабее, но сильнеешие из них иногда приводили к значительным деформационным эффектам на большой территории.

Так, при сильнейшем в Средиземноморье землетрясении 21 июля 365 г. н. э. с магнитудой >8, гипоцентр которого располагался юго-западнее Крита в Крито-Эллинской сейсмофокальной зоне, а глубина гипоцентра оценивается примерно в 150 км, юго-западный берег Крита поднялся на высоту до 8,5 м (рис. 31, А) [Pirazzoli, 1986]. Одновременно на востоке и северном побережье Крита произошло погружение суши на глубину 2–8 м (табл. 1 и рис. 32, пункты 37–43). На соседних с северным побережьем мелких островах выявлено опускание до 20 м, но это может быть суммарным эффектом как минимум двух событий – Велико-го Минойского землетрясения – извержения конца XVI в. до н. э. (см. раздел 2.3) и землетрясения 365 г. (пункты 40–42).

Указанными смещениями и разрушениями на Крите влияние землетрясения 365 г. не ограничилось. Вызванные им разрушительные сотрясения ощущались за сотни километров от эпицентра, а описанное в историчес-

Таблица 1. Изменения береговой линии Средиземного моря в историческое время

Т	Расположение	Результаты изучения	Литературный источник	Уровень моря	Генезис
1	2	3	4	5	6
1	Бухта Минет Эль-Хальва возле финикийских развалин Рас Ибн-Хани между г. Латакия и с. Рас-Шамра (финикийский <i>Угарит</i>), Сирия	Остатки античных терм. Часть сооружения, обращённая к бухте, разрушена абразией или землетрясениям. Более вероятно последнее, поскольку следы абразии в этой части бухты отсутствуют. Севернее терм основания выдолбленных в ракушнике стен древнего оборонительного сооружения или маяка находятся сейчас на 0,5–0,6 м ниже уровня моря. На северо-восточной стороне бухты сохранились остатки погребальных сооружений, которые сейчас окружены водой. Таким образом, здесь в последней трети I тысячелетия до н. э., с учетом поправки на вероятное возведение построек на 1–1,5 м выше уровня моря, он был на ~2 м ниже современного	2	–2 м	Близок к эвстатическому изменению уровня моря
2	Гавань г. Джабле, Сирия	Остатки античного мола, уходящего под воду и перекрытого современным молом	2	–	–
3	Берег бухты южнее <i>Сукаса</i> , Сирия	В 0,5 м выше современного уровня моря обнаружены морские песчаники и конгломераты с фрагментами античной керамики. Повидимому, в послеполитическое время уровень моря поднимался до +0,5 м	2	–	–

1	2	3	4	5	6
4	Юго-западный край о-ва <i>Арвад</i> вблизи г. Тартус, Сирия	Основания финикийских или античных крепостных стен уходят под воду на глубину $\geq 0,5$ м и перекрыты блоками более поздней крепостной стены. Основания стен хозяйственных или жилых сооружений IV–I вв. до н. э. находятся на глубине до $-0,5$ м. Таким образом, с учетом поправки на вероятное возведение построек на 1–1,5 м выше уровня моря, он был тогда на -2 м ниже современного. В основании перекрывающей крепостной стены, расположенном на 1–1,5 м выше современного уровня моря, видна абразионная ниша. Возможно, ко времени постройки стены уровень моря стал на 0,5–1 м выше современного. Рядом в древних сооружениях и коренных известняках сейсмогенные трещины	2	-2 м	Возможна сейсмостектоника
5	<i>Тир</i> , Ливан	Мол античной (о ней писал Страбон) северной гавани (стена шириной 8 м поверху) затоплен	1 (с. 37)	$-3 \div -5$ м	Рядом активный разлом
6	<i>Сидон</i> (Сайда), Ливан	Античный южный (военный) порт частично затоплен	1 (с. 38)	—	—
7	<i>Цезаря</i> (Израиль)	Античные портовые сооружения затоплены. «Мы нашли там, на глубине до 7–9 м, десятки повергнутых колонн, карнизы, массивные блоки с каннелюрами, полуразрушенные строения и множество других свидетельств былого великолепия Цезарей», — писал руководитель французской подводной экспедиции Ж. А. Фоекс (2, с. 34)	1 (с. 38); 3 (с. 34)	$-2,5$ м (порт); $-7 \div -9$ м? (здания)	Сейсмостектоника

1	2	3	4	5	6
8	<i>Абукир</i> , Египет	Руины античного города на глубине 2,5 м	4	-2,5 м	Близок к эвстати-ческому изменению уровня моря
9	<i>Фарос</i> (Александрийский маяк и порт), Египет	Маяк простоял 650 лет и был разрушен при землетрясении 21 июля 365 г. Тогда же ушла под воду значительная часть Александрии и погибло 50 тыс. горожан. Под водой оказались жилые дома, портовые сооружения, дворцы, храмы. Новые разрушения — при землетрясении 1375 г.	3 (с. 47–58); 4	-8÷-10 м (молы порта); до -8 м (кварталы города)	Сейсмотектоника при землетрясении 365 г.
10	<i>Аполлония</i> (Марса-Суза), Ливия	Морской порт древнегреческой <i>Кирены</i> , которая возникла в VIII в. до н. э. Была в греческое и римское время важным поставщиком хлеба (в 320-е годы до н. э. за 3 года в Грецию вывезли 29 тыс. т зерна). Под водой находится почти половина Аполлонии (весь порт, здания, оборонительные стены, склады)	1 (с. 39); 3 (с. 59–62); 4	-3 м	Близок к эвстати-ческому изменению уровня моря
11	<i>Птолемида</i> (западнее т. 10)	Античная, частично затоплена	1 (с. 39)	—	—
12	<i>Таухира</i> (западнее т. 11)	Античная, частично затоплена	1 (с. 39)	—	—
13	<i>Танс</i> (Тунис)	Античный, частично затоплен	1 (с. 39)	—	Рифтовая зона

1	2	3	4	5	6
14	<i>Иол (Цезаря)</i> , Алжир	Античный, частично затоплен	1 (с. 39)	—	—
15	<i>Ра (Сан-Мари-де-ла-Мер у устья Роны)</i> , Лионский залив	Затоплены античные и средневековые сооружения и культурные слои. В начале XVIII в. для защиты города сооружена дамба, но она не спасает	1 (с. 39); 3 (с. 111–112)	—	Локальная тектоника
16	Зал. Св. Жервезы возле т. 15	Развалины с керамикой I в. до н. э. — I в. н. э. затоплены	1 (с. 39); 3 (с. 112)	–1÷–5 м	—
17	<i>Фос</i> недалеко от <i>Массалии (Марсель)</i>	Античный город. Сведения о нем кончаются IV в. н. э. Затоплен	3 (с. 109–110)	—	—
18	Устье р. Арно, Западная Италия	В I тысячелетие до н. э. уровень моря был на 2 м ниже современного, а в римское время поднялся до отметки –0,5 м, т. е. на 1,5 м	2	–2 м	Близок к эвстатическому изменению уровня моря
19	Устье р. Тибра, Западная Италия	Уровень моря поднялся с раннеримского (V в. до н. э.) к позднееримскому (V в. н. э.) времени от –2 м до –1 м (?)	2	–2 м	Близок к эвстатическому изменению уровня моря

1	2	3	4	5	6
20	<i>Байи</i> возле Пиццуоли, р-н Неаполя, Италия	Древнеримский курорт. Фрагменты монументальных зданий на глубине до 8–10 м. Там же полузатоленный храм Сераписа (сооружён в 105 г. до н. э.). Начало погружения отражает второй уровень пола на 0,5 м выше начального. Во время одного из извержений Везувия храм был засыпан пеплом до отметки 6,3 м над верхним полом. Над ними было море (следы камнеточцев). Храм поднялся из воды во второй половине XV в. Поднятие продолжалось в первой половине XVI в. и было связано с активностью возникшего в 1538 г. вулкана Монте-Нуово. Затем местность ушла под воду. Храм появился на поверхности в 1714 г. вплоть до нижнего пола. В 1822 г. вода затопила верхний пол. Погружение шло 16 лет со скоростью 7 мм/год, затем ускорилось. Основания колонн оказались на отметках –0,65 м в 1878 г., –1,53 м в 1913 г., –2,05 м в 1933 г., –2,5 м в 1954 г. До 1968 г. храм погружался со скоростью 15 мм/год. С 1969 г. храм стал подниматься на 5 мм/сут., а с начала марта 1970 г. – на 12 мм/сут. К июлю 1972 г. он поднялся на 1,7 м. Затем поднятие прекратилось, но в 1980-х годах произошёл быстрый подъем ещё на 0,6 м.	1 (с. 40); 3 (с. 125–129)	–10 м	Вулкано-тектоника Флегрейских полей
21	<i>Мисенум (Мисена)</i> в Неаполитанском заливе	Римский морской порт, откуда ушёл к Везувию в 79 г. командовавший флотом Плиний Старший. Сейчас порт находится на глубине –10 м	3 (с. 131)	–10 м	Вулкано-тектоника

1	2	3	4	5	6
22	Южная Италия и Сицилия	3 тыс. лет назад уровень моря был на -2 м ниже современного. Затем был тектонический подъём суши со средней скоростью ~1 мм/год (2,4 мм/год возле Мессинского пролива)	2	-2 м	Эвстатический подъем уровня на ~2 м
23	<i>Сибарис</i> , юг Италии	Античные развалины погружены на несколько метров под прибрежные пески зал. Таранто. Рядом аэрофотосъемкой найдены под водой следы ещё одного города	3 (с. 134–136)	—	Сейсмотектоника?
24	Катания, Восточная Сицилия	В 854±70 г. до н. э. море находилось на отметке -1,7 м. Затем происходил подъём уровня со средней скоростью 0,28±0,19 мм/год	2	-1,7 м	Близок к эвстатическому изменению уровня моря
25	<i>Эфуза?</i> , о-в Линос к югу от Сицилии	Остатки стен на глубине -30 м	3 (с. 136–137)	Глубже -30 м	Сейсмотектоника или вулканотектоника
26	Венеция	Позднеголоценовое опускание дна со скоростью -1 мм/год. Сейчас опускается со скоростью 3 мм/год	2; 3 (с. 157–162)	—	Локальная тектоника
27	<i>Эспина</i> , север Адриатики	Этрусский город, описанный Плинием Старшим. Затоплен и засыпан осадками дельты р. По	1 (с. 44); 3 (с. 140–142)	—	Локальная тектоника

1	2	3	4	5	6
28	<i>Эпидавр Иллирийский</i> (Цавтат в Хорватии, зал. Брено, бухты Тихая и Чистая) на востоке Адриатики	Основан в начале IV в. до н. э. греками из Эпидавра (СВ Пелопоннеса возле Коринфа и Микен). Был важен в римское время. В середине 360-х годов (вскоре после смерти Св. Юлия Апостаты) часть города (торговый центр, рынок, жилые дома) внезапно опустилась под воду до -15 м, а возле берега — до -20 м. Из анонимного итальянского исторического очерка «Annales Ragusini anonimi», 1883: «В этот год случилось во всём мире землетрясение вскоре по окончании Юлия Апостаты. Море покинуло берега свои, словно Господь наш Бог снова послал на землю потоп, и всё повернулось вспять, к хаосу, который и был началом всех начал. И море выбросило на берег корабли и разметало их по скалам. Когда жители Эпидавра увидели это, то устрашились они силы волны и убоялись, что горы воды хлынут на берег и что город будет ими весь разрушен». Далее рассказывается, что горожане обратились к Богу с мольбой о пощаде, и он остановил землетрясение (1, с. 44)	1 (с. 42–45); 3 (с. 145–153)	До -15÷-20 м	Сейсмо-тектоника, связанная с Критским землетрясением 365 г.
29	<i>Ойниадай</i> в устье р. Ахелоос, Северо-Западная Греция	Древнегреческий порт, который во времена Александра Македонского находился на 1,2 м ниже современного уровня моря	2	-1,2 м	Локальная тектоника?
1	2	3	4	5	6

30	Фермопилы	Во время Греко-персидской войны (V в. до н. э.), когда воины Леонида сдерживали наступление персидской армии по Фермопильскому проходу, персы не могли обойти с морской стороны гору, отделявшую проход от моря, ни пешком, ни на лошадях. Поэтому можно полагать, что дно моря у скального обрыва горы было на ≥ 2 м ниже уровня воды. Сейчас (наблюдение 1993 г.) скальный обрыв граничит с пляжем 150-метровой ширины и контакт скал с пляжем находится примерно на 0,5 м выше уровня моря. Следовательно, уровень моря в V в. до н. э. был на $\geq 2,5$ м выше, чем сейчас	2	$+\geq 2,5$ м	Зона разломов Фермопилы-Аталанти. Сейсмо тектоника
31	О-в Эвбея, Греция	На юго-западном берегу поднятие от двух землетрясений до 80 ± 20 см и 110 ± 30 см. На северо-восточном берегу поднятие от двух землетрясений до 70 ± 20 см и 100 ± 20 см. Рядом с северо-восточным берегом – затопленные археологические объекты. В 426 г. до н. э. при землетрясении ушел под воду г. <i>Оробия</i>	3 (с. 155); 6	До +2 м	Зона разломов Фермопилы-Аталанти. Сейсмо тектоника

1	2	3	4	5	6
32	Гелика (Коринфский зал), Греция	<p>Древнегреческий город затоплен при землетрясении 373 г. до н. э.</p> <p>Диодор Сицилийский: «В Пелопоннесе произошли грандиозные землетрясения и невероятные затопления земли и городов; такого бедствия с греческими городами прежде никогда не случалось... Разразилось бедствие ночью. Сила землетрясения была такова, что дома были сплошь разрушены, а люди, как вследствие темноты, так и вследствие неожиданности и невероятности обстоятельств, не имели возможности искать спасения. Большинство погибло под развалинами домов. Когда занялся день, немногие уцелевшие выбрались из домов и, полагая, что они избежали опасности, столкнулись с большим и более невероятным несчастьем: море сильно разбушевалось, поднялась высокая волна — и все они были затоплены, исчезнув вместе с отечеством. А случилось это бедствие с двумя городами Ахайи — Геликой и Бурой, из которых Гелика была самым значительным из всех городов Ахайи» (3, с. 103). Страбон добавляет: «И хотя город отстоял от моря на 12 стадиев, вся эта местность вместе с городом была покрыта волнами; и 2000 человек, посланных с ахейцами, не могли подобрать трупов погибших» (3, с. 103). Публий Овидий Назон: «Если Гелику искать и Буру, ахейские грады, — Ты их найдешь под водой: моряки и сегодня покажут // Мёртвые те города с погруженными в воду стенами» (3, с. 104). Одновременно южный берег Коринфского залива, по С. Сотеру, поднялся на 2 м (2)</p>	1 (с. 41); 2; 3 (с. 102–104)	На глубине несколько метров	Коринфская зона разломов. Затоплен при землетрясении 373 г. до н. э.

1	2	3	4	5	6
33	<i>Коринф</i> , Греция	Моли и причалы древнегреческого порта на глубине до 3 м	1 (с. 41)	-3 м	Коринфская зона разломов.
34	О-в Милос восточнее Пелопоннеса, Греция	Античные склепы и могильники затоплены	3 (с. 106)	-2÷-3 м	Коринфская зона разломов
35	<i>Гифион</i> у мыса Тенарон, Греция, юг Пелопоннеса	Торговый и военный порт Спарты. Город затоплен. Остатки стен выступают из воды в 200 м от берега	1 (с. 41); 3 (с. 106)	—	—
36	Юго-западный берег Крита (с. Моли-Хрисо-скалитисас)	Берег поднялся до 8,5 м при землетрясении 21 июля 365 г. В с. Фалассарна на западном побережье древний морской причал сейчас находится на высоте 6,5 м (данные Г. Пападополоса)	5	+8,5 м	СейсмоTECTоника
37	Южный берег Крита	Античные склепы затоплены	1 (с. 41)	-2 м	Тектоника?
38	Восточное побережье Крита	По Т.Спратту, многие древние города затоплены	3 (с. 86)	—	—
39	<i>Итанос</i> (мыс Сидерос на востоке Крита)	Античный город. Половина затонлена	3 (с. 86-87)	До -8 м	СейсмоTECTоника

1	2	3	4	5	6
40	Олус (северный берег Крита в 60 км восточнее г. Ираклиона)	Часть античного города и перешеек между Кри- том и о-вом Спиналонга опустились в море	3 (с. 87)	До -7÷-8 м	Сейсмо- тектоника частью до 365 г. (?)
41	О-в Дия чуть севернее г. Ираклиона, подводный выступ в бухте Сен-Жорж	По Ж.И. Кусто, порт. При 20-метровой глубине моря руины поднимаются до 5 м ниже у. м. В основании — минойская керамика. Отёсанные камни разбросаны по всей бухте в результате цунами	3 (с. 89–96)	До -20 м	Сейсмотек- тоника при Великом Миной- ском событии и в 365 г.
42	О-в Псира рядом с т. 41	Под водой — остатки стен. Скопления минойской керамики на глубинах 8–10 м. Керамика — след массового кораблекрушения при цунами, как и разбросанные отёсанные камни на глубинах до 30–35 м	3 (с. 96–98)	—	Сейсмотек- тоника при Великом Миной- ском событии
43	<i>Херсонисес</i> в 25 км от г. Ираклиона	Основан древними греками. Гавань с затоплен- ным молот на глубину ≥ 1 м. Древняя каменолом- ня на мысе Херсонес затоплена на -2 м	3 (с. 98); новые данные	—	Сейсмотек- тоника при земле- трясении 365 г.

Примечание. Античные названия городов даны курсивом: Т — пункты наблюдений. Литературные источники: 1 — [Разумов, Хасин, 1978]; 2 — [Трифонов В., Трифонов Р., 2006], приведена библиография; 3 — [Чернов, 2004]; 4 — [Butzer, 1958]; 5 — [Pirazzoli, 1986]; 6 — [Pirazzoli, 1996].

ких источниках цунами распространилось до Адриатического побережья и Александрии в Египте, где погибло 50 тыс. горожан и был разрушен знаменитый Фаросский маяк — одно из семи чудес света. Но и это не всё. Значительная часть Александрии — портовые сооружения, жилые дома, дворцы, храмы ушли под воду [Чернов, 2004]. Сейчас их находят на глубинах до 8 м, хотя частично столь значительное опускание может быть результатом и позднейших сильных землетрясений (т. 9 в табл. 1). Примерно тогда же бóльшая часть г. Эпидавра Иллирийского на восточном берегу Адриатического моря (торговый центр, рынок, жилые дома) внезапно опустилась под воду до глубин, согласно исследованиям Т. Фалькон-Баркера, —15 м, а в прибрежной части даже —20 м [Разумов, Хасин, 1978] (т. 28 в табл. 1).

Самое интересное, что и Александрия, и Эпидавр испытали не только сотрясения и цунами, но и сеймотектоническое опускание. При этом они удалены на сотни километров от эпицентральной зоны Критского землетрясения и находятся совсем в других геологических и геодинамических условиях. Неизвестны случаи, чтобы в такой ситуации тектоническое воздействие землетрясения распространялось столь далеко. Можно допустить, что сейсмические колебания при Критской катастрофе спровоцировали местные землетрясения в районах Александрии и Эпидавра, которые и стали причиной локальных сеймотектонических опусканий.

В табл. 1 приведены и другие примеры сеймотектонических изменений береговой линии Средиземного моря в связи с историческими землетрясениями. Многие из них произошли в зонах известных крупных активных разломов. Так, в северном крыле зоны сбросов Фермопилы–Атланти (см. рис. 13) у восточных берегов Греции находится о-в Эвбея (т. 31 в табл. 1). В связи с двумя сильными землетрясениями остров поднялся до 2 м, тогда как соседние участки ушли под воду [Pirazzoli, 1996] (см. рис. 31, Б). С активностью той же зоны связан и тектонический подъём (и соответственно падение уровня моря) как минимум на 2,5 м с V в. до н. э. возле Фермопильского перевала (т. 30 в табл. 1).

Значительные сеймотектонические подвижки связаны с другой крупной зоной активных разломов Греции — зоной сбросов Коринфского залива. При землетрясении 373 г. до н. э. там был разрушен и затоплен г. Гелика (т. 32 в табл. 1). Одновременно южный берег Коринфского залива поднялся, по данным С. Сотера, на 2 м. С активностью зоны может быть связано также частичное затопление античного Коринфа и некоторых построек на о-ве Милос восточнее Пелопоннеса (т. 33 и т. 34 в табл. 1).

Примеры сейсмогенных деформаций береговой линии многочисленны на побережьях Эгейского моря [Stiros, 1995]. Трагические последствия имели там и возникавшие при землетрясениях цунами. Их дополняют случаи заполнения бухт наносами впадающих рек, в чём тектонические движения могли сыграть свою роль. Так случилось с Эфесом, который был портом в I тыс. до н. э., а сейчас удален от моря на 4 км [Селиванов, 2000].

В ряде случаев выявленные вертикальные смещения исторического времени были результатом не столько сейсмических импульсов, сколько медленных непрерывных движений (крипа). С такими движениями, вероятно, связано голоценовое проседание северной части дельты Нила по субширотной флексурной зоне, прослеженной от лагуны Идку непосредственно к востоку от г. Александрии до северной части Суэцкого канала; скорость опускания составила 1–5 мм/год [Wagne, Stanley, 1995]. Криповые подвижки зафиксированы в Сурхоб-Илякской зоне на южной границе Тянь-Шаня (см. раздел 1.2.2) и в зоне взброса на южном крыле Карамарьянской антиклинали на южном склоне Большого Кавказа (см. раздел 1.2.3), а также на юге Бушерской антиклинали на восточном берегу Персидского залива (см. раздел 4.1). Преимущественно крипу обязана своим воздыманием и антиклиналь между Шушем и Ахвазом в Месопотамском прогибе севернее Персидского залива, где ирригационный канал сасанидской эпохи поднят на 10 м [Лис, 1957]. Вместе с тем далеко не всегда подобные антиклинали, нередко с надвигами и взбросами в ядре или на крыльях, испытывали только медленные перемещения: Р. Йетс [Active tectonics, 1986] привёл примеры сейсмогенных подвижек по таким нарушениям.

Перемещения по активным разломам, особенно сейсмогенные, вызывали вторичные эффекты на земной поверхности. Это прежде всего явления катастрофически быстрой гравитационной аккумуляции (оползни, обвалы, сели), а также карста и эрозии поверхности. Связь оползней и обвалов с активными разломами наиболее очевидна в тектонически подвижных областях, широко представленных на рассматриваемой территории, и проявляется при сильных землетрясениях (см. раздел 1.4). Здесь сказываются и общая контрастность рельефа, обуславливающая накопление на склонах больших объёмов рыхлых осадков, и повышенная трещиноватость зон разломов, и, как следствие, их повышенная обводнённость, и, наконец, эффект сейсмической вибрации и нарушение равновесия склонов из-за подвижек при землетрясениях. Эти вторичные проявления сильных землетрясений не только приводили к дополнительным разрушениям и жертвам, но и делали непригодными значительные площади сельскохозяйственных угодий. Эффект усиливался разрушением плотин и ирригационных систем, иногда вызывавшим наводнения. Большое значение имели временные или необратимые изменения гидродинамики и гидрохимии подземных вод, которые для некоторых поселений были главными источниками водоснабжения.

Повышенная трещиноватость и деструкция горных пород в активных зонах усиливали их эрозию. Поэтому они обычно выражены в рельефе линейными понижениями, к которым нередко приурочены долины рек и ручьёв. Эта особенность зон активных разломов издавна использовалась людьми, сделавшими такие зоны трассами коммуникаций, сухопутных или водных. Вдоль них в древности проходили караванные пути и располагались поселения, служившие пунктами обмена товарами и информацией. Но вместе

с тем эти пути были источниками военной опасности, и именно на них ранее всего возникли фортификационные сооружения.

Наиболее очевидные последствия сильных землетрясений – гибель и травмирование населения, разрушения жилищ и других сооружений. Они определяются сочетанием как природных, так и социальных факторов. К природным факторам, помимо силы землетрясения и интенсивности его проявлений, относятся климатические условия и сезонные изменения, влияющие на возможность обморожения и последствия нарушений водоснабжения, а также время суток, в течение которого произошло землетрясение (ночью, когда население сосредоточено в жилищах, потери больше). Более разнообразны социальные факторы. Помимо заселённости эпицентральной области, важнейшее значение имели уровень жизни, социальной защищённости и медицинского обслуживания населения, состояние общества (в периоды потрясений и политической нестабильности последствия землетрясения более ощутимы), культурные и строительные традиции, определявшие сейсмостойкость строительства и способность населения противостоять природному воздействию. Таким образом, землетрясение как катастрофическое событие – явление в большей степени социальное, чем природное.

Основной ущерб жизни и здоровью населения при сильных землетрясениях наносят механические травмы. Чаще всего это травмы мягких тканей (60–70%), а также переломы и травмы костей. 97% травм происходят сразу или в течение 30 мин после землетрясения. Отношение числа погибших к числу раненых варьирует в широких пределах. Так, при Табаском землетрясении 1978 г. в Иране оно составило 1/0,45, при Спитакском 1988 г. – 1/1,25, а при Ашхабадском 1948 г. – примерно 1/2. Чаще, однако, эта величина близка к 1/3 [Келлер, Кувакин, 1998]. Отношение числа тяжелораненых к легкораненым – в среднем 1/10. Среди погибших и раненых преобладают женщины, дети от 1 года до 10 лет и пожилые люди. Так, при Ашхабадском землетрясении 47% погибших составили женщины, 35% – дети и лишь 18% – мужчины. При Ташкентском землетрясении 1966 г. санитарных потерь среди женщин было на 25% больше, чем среди мужчин.

Однако указанными прямыми потерями воздействия сильных землетрясений на жизнь и здоровье людей не исчерпываются [Келлер, Кувакин, 1998]. Постоянными спутниками сейсмогенных разрушений всегда были пожары. Их опасность возросла с конца XIX в. и особенно в XX в., когда причиной пожаров часто стало повреждение электросетей, а ликвидация их последствий затруднялась разрывами водопроводных труб. Соответственно, стало больше пострадавших от ожогов.

Нередки при землетрясениях преждевременные роды и мёртворождения. Возрастает и число «обычных» заболеваний. Так, после землетрясения 1966 г. в Ташкенте число сердечно-сосудистых заболеваний увеличилось на 20,5% в 1966 г. и на 27% в 1967 г., а число инфарктов миокарда – в 2 раза. В Ашхабаде и его пригородах в 1949 г. по сравнению с 1948 г. возросло чис-

ло инфекционных заболеваний: брюшного тифа — на 36%, дизентерии — на 32, дифтерии — на 30, скарлатины — на 15, кори — на 43% и малярии — в 2 раза. Количество взрослых, умерших от инфекционных заболеваний, увеличилось на 40%. Причинами вспышки инфекционных заболеваний после землетрясения являются антисанитария, миграция населения и, вероятно, снижение его иммунологической резистентности. Инфекции могут передаваться через животных, нормальная жизнь которых также нарушается землетрясением. Возрастает число укушенных бродячими собаками. После Спитакского землетрясения 1988 г. в отдельных очагах на территории Армении возникла эпизоотия чумы. Отмечены заболевания сибирской язвой, лептоспирозом, бруцеллёзом, туляремией. Среди детей повысилась заболеваемость сальмонеллёзом. Землетрясения наносят и психические травмы, последствия которых могут ощущаться долгие годы. Так, после землетрясения в Скопле (Македония) в 1963 г. лишь 25% населения могло участвовать в спасательных работах, 10% имели серьезные психические расстройства, а у остальных наблюдались легкие нарушения психики [Келлер, Кувакин, 1998]. Таким образом, не только разрушительные последствия землетрясений, но и их воздействия на здоровье населения весьма продолжительны и могут ощущаться по меньшей мере в течение нескольких лет.

Наиболее полные сведения о последствиях землетрясений имеются для XX в. Однако даже в этот период нередко сообщалось лишь о разрушительных последствиях, а число жертв скрывалось или сообщалось неточно. Так было, например, после Ашхабадского землетрясения 1948 г., сведения о жертвах которого стали достоянием гласности лишь по прошествии 40 лет [Кадыров, 1990]. Для Большебалханского землетрясения 2001 г. в Юго-Западной Туркмении до сих пор отсутствуют не только сообщения о жертвах, но даже полные данные о разрушениях.

Для доинструментальных землетрясений основным источником информации являются письменные свидетельства. В них сообщается о разрушенных городах и иногда других населённых пунктах, причём наиболее полные сведения приводятся для культовых, правительственных и общественных сооружений. Достоверность сведений о количестве погибших обстоятельно проанализировал М. Берберян [Berberian, 1994]. Он показал, что наибольшее доверие вызывают свидетельства непосредственных очевидцев, минимально отстоящие по времени от сейсмического события. Но даже они могут быть преувеличены трагическим восприятием катастрофы и неоправданными экстраполяциями виденного или, напротив, страдать неполнотой. По мере удаления от события во времени приводимые числа искажаются, обычно в сторону преувеличений, иногда значительных.

Что же касается архео- и палеосейсмологических данных, то они содержат лишь косвенные сведения о масштабах катастрофы. Из них более полную картину способна дать археосейсмология, позволяющая выявить разрушения конкретных построек, оценить макросейсмический эффект, а иногда даже об-

наружить останки жертв землетрясений (рис. 33). В случае Великого Минойского землетрясения-извержения второй половины XVI в. до н. э. (см. раздел 2.3), помимо этого, удалось предположительно оценить общий экономический эффект (утрату некоторых технических достижений) и ошутимость потерь среди населения (сокращение размеров поселений). Палеосейсмологические данные дают возможность лишь примерно локализовать эпицентральную область, предположительно оценить силу землетрясения и его интенсивность.

В табл. 2 приведены сведения о количестве погибших при некоторых сильных землетрясениях рассматриваемого региона, причём выбраны события, где число жертв было не меньше 5000. К сожалению, документов, содержащих сведения о землетрясениях и их разрушительных последстви-



Рис. 33. Скелеты, обнаруженные при раскопках большого дома в Коурионе (Кипр) в 1984–1987 гг. Три члена семьи объединились в последнем отчаянном объятии и оказались, вероятно, жертвами землетрясения, которое около 370 г. поразило несколько городов Кипра, включая Пафос, находившийся примерно в 50 км от Коуриона. Приводится по кн.: [Catalogue..., 1994; © Martha Cooper]

ях, намного больше, чем сообщений о числе жертв. Данные таблицы не претендуют на полноту и дают возможность лишь оценить масштабы катастроф. Но они позволяют сделать два важных вывода. Во-первых, число жертв при землетрясениях, помимо плотности населения в эпицентральной области и времени суток, существенно зависело от дополнительных факторов — чаще всего цунами или пожара. Во-вторых, была построена гистограмма распределения числа жертв по столетиям (рис. 34), при составлении которой n в табл. 2 принималось равным 5. При всей неполноте данных гистограмма числа жертв в первом приближении сходна с гистограммами временного распределения количества выделенной сейсмической энергии (рис. 35). Следовательно, этими параметрами сейсмичности можно пользоваться для

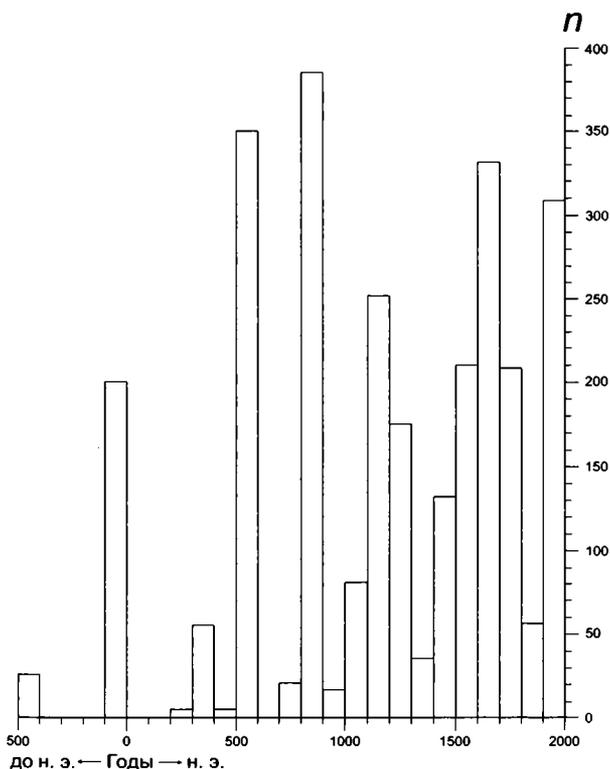


Рис. 34. Гистограмма распределения числа погибших (n , тыс. человек) при землетрясениях Восточного Присредиземноморья и Среднего Востока с V в. до н.э. до нынешних времен (составлено по табл. 2). Гистограмма построена дискретно по 100-летним временным интервалам

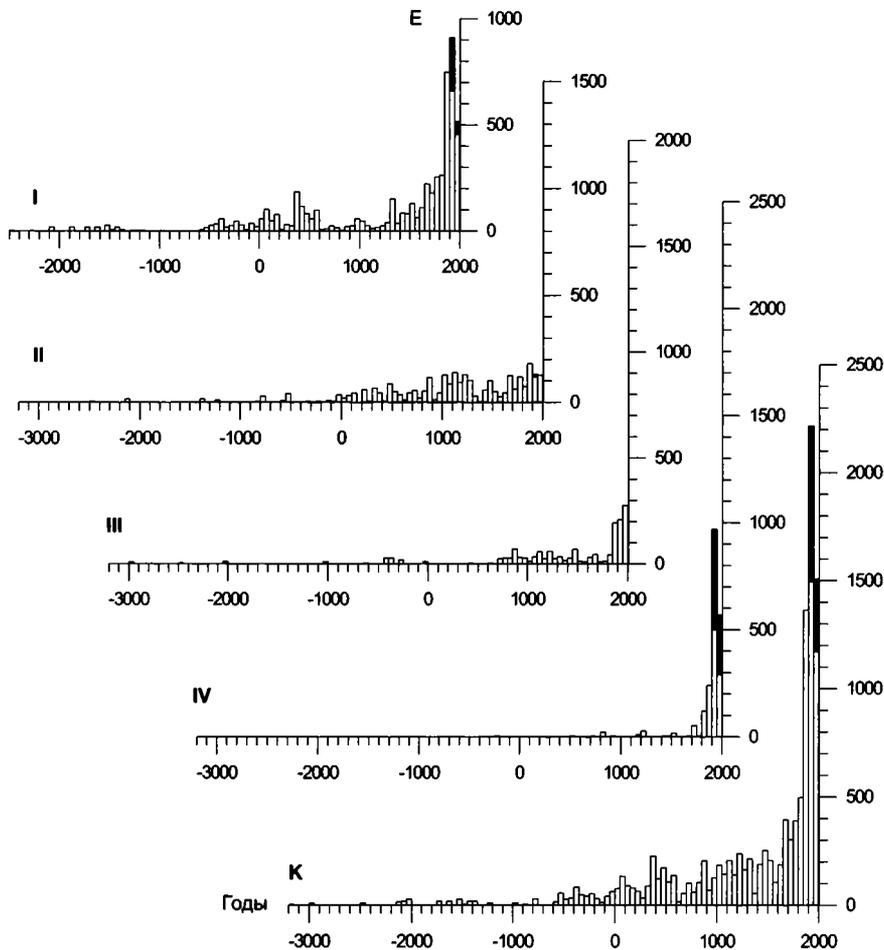


Рис. 35. Гистограммы количества сейсмической энергии, выделенной землетрясениями с $M_S \geq 5,7$ в центральной части Альпийско-Гималайского коллизионного пояса

I – Анатолия, Эгейский и Карпато-Балканский регионы; II – Восточное Присредиземноморье, Кавказ; III – Иран и Южная Туркмения; IV – Тянь-Шань, западное и северное обрамления Индийской плиты; K – сумма I-IV (составила Е.Р. Сенько [Трифонов, Караханян, 2004]). Гистограммы построены дискретно по 50-летним временным интервалам. Энергия, выделенная промежуточными (гипоцентры глубже 70 км) землетрясениями XX в., показана темным цветом

Таблица 2. Число жертв землетрясений в Восточном Средиземноморье и на Среднем Востоке

Дата	Широта	Долгота	Район	M_s	Число жертв	Литературный источник
1	2	3	4	5	6	7
-464	36,8	22,4	Спарта	7-7,2	>20 000	14
-426	38,8	22,6	Атланти	7	n-1000	14
-67	36,25	36,1	Сирия	6,8	170 000	14
-31	32	35,5	Иудея	7	30 000	1
262	—	—	Малая Азия (Мендерес?)	—	5000	14
303	34,12	35,63	Левант (Библ)	7,4	n-1000	14
365	34,7	24	Крит (ц)	8,3	≥n-10 000	14
447	40,8	29,6	Мраморное море (ц)	7,5	n-1000	14
526	36,25	36,1	Антиохия (п)	6,8	до 250 000	14
528-529	36,83	36,25	Алеппо, Антиохия	7	≥12 370	14
551	34	35,5	Левант (ц)	7,3	≥30 000	14
587	36,25	36,1	Антиохия	6,8	60 000	14
735	39,51	45,76	Армения (Вайодзор)	7	≥15 000	15
746-749	32	35,3	Левант	7,3	≥n-1000	14
838	40,4	71,8	Фергана	6?	15 000	6
844-847	34,4	36,3	Дамаск, Антиохия	7,7	≥70 000	14
856	36,23	54,14	СВ Иран (Аладаг)	7,9	45 096	12
То же					200 000	17

1	2	3	4	5	6	7
856	38,25	22,5	Коринф	5,7?	45 000?	17
863	40	44,61	Армения (Двин)	6,5	120 000	14
872	33,11	47,15	СЗ Загрос	6,8	20 000	13, 16
893	40	44,61	Армения (Двин)	7	>70 000	5
То же					30 000	13
То же					150 000	14
943	37,6	57	Ниса	7,4	5000	6
971	36	36,3	Антиохия	6,8	12 000	16
1008	34,61	47,5	СЗ Загрос	7	>16 000	10, 13
1040	38,3	46,4	Тебриз	6,1	5000	17
1042	38,12	46,33	Тебриз	7,6	40 000	10, 13
1068	32	34,3	Левант, Иордан	7	20 000	8
1119(?)	36,38	50	Эльбурс (Казвин)	6,5	8000	17
1139	40,3	46,2	Гянджа	7,5	230 000	5
1169	–	–	Сицилия(Сиракузы) (ц)		14 000	17
1201(?)	–	–	Эгейское море		100 000	17
1201–1202	34	36,2	Левант	8	n-10 000	10
То же					30 000	16
1209	36,4	58,7	Нишапур, Биналуд	7,6	10 000	13
1268	39,72	39,5	Эрзинджан, Сивас	7,1	15 000	17
1270	36,25	58,75	Нишапур, Биналуд	7,1	10 000	13

1	2	3	4	5	6	7
1275	42,1	44,2	Ахалкалаки	6,7	10 000	5, 6
1303	36,3	27,3	Юго-восточнее Крита (ц)	8	n-1000 (>5000)	8
1336	34,49	59,88	Восточный Дорунех (э)	7,6	>31 000	17
То же					>20 000	13
1405	36,25	58,75	Нишапур, Биналуд	7,4	>30 000	13
1440	28,42	53,08	ЮВ Загрос	7,1	10 000	10, 13
1441	38,6	42,18	Немрут (в)	5,7?	30 000	17
1457	39,72	39,5	Эрзинджан	7,5	32 000	17
1482	39,72	39,5	Эрзинджан	7,5	30 000	17
1509	40,75	29	Стамбул	7,7	≥5000	9
То же					13 000	17
1542	40,6	23?	Стамбул	6,7?	120 000	9
1556			Мраморное море		n-1000	9
1584	39,72	39,5	Эрзинджан	7	15 000	9
1598	40,66	33,89	САЗР возле Амасии	6,5	>60 000	9
1608	36,4	50,5	Эльбурс (Казвин)	7,6	12 000	17
1609	36,4	28,4	Родос (ц)	7,2	>10 000	9
1641	37,9	46,1	Тебриз	6,8	12 613	13
1648	41	29	Стамбул	6,1?	30 000	9
1653	37,9	28,3	Мендерес, Измир	7,2	8000	9
1667	—	—	Дубровник	—	5000	17

1	2	3	4	5	6	7
1668	41	48	Шемаха	7,8	80 000	6
1668	41	36	Центр САЗР	8	>>7800	9
1673	36,35	59,27	Мешхед	6,6	≥5600	13
1679	40,08	44,83	Армения (Гарни)	7	>8000	9, 18
1688	38,4	27,2	Измир (п)	6,8	15 000	9
То же					50 000	16
1693			Сицилия (Сиракузы) (ц)	—	100 000	17
1702	37,7	29,1	Западная Турция	7	12 000	9
1717	38,7	35,47	Центр Турции	6,1	8340	9
1717			Мендерес	—	6000	9
1719	40,7	29,5	Восток Мраморного моря	6,8	>6000	9
1721	39,94	46,66	Тебриз	7-7,3	≥40 000	13
1754	40,8	29,4	Измит	6,8	n-1000? с аф-тершоками	9
1766	41	27,5	Мраморное море	7,7	5000	9
1778	33,97	51,35	Кашан	6,2	>8000	13
1780	38,12	46,29	Тебриз	7,6	50 000	13
То же					40 000-100 000	17
1784	39,45	40,25	Эрзинджан, Муш	7	до 12 000	9
1789	39	40	Восточно-Анатолийская зона (Палу)	7	51 000	9

1	2	3	4	5	6	7
1827	40,63	44,53	Армения (Цахкадзор)	7	10 000	5, 18
1837	32	35,5	Левант	6,4	>7000	7
1853	29,6	52,5	Шираз	6,2	9000	10, 13
1871	37,25	58,3	Кучан	7,2	>4000	17
1881	38,25	26,1	Эгейское море (о-в Хиос)	7,4	≥8000	17
1893	37,1	58,4	Кучан	7,1	18 000	6, 10
1908	—	—	Сицилия (Мессина)	7,5	75 000	17
1909	33,4	49,1	Силяхор	7,4	>5000	11
1934	26,5	86,5	Центральные Гималаи (Непал)	8,1	>10 000	17
1935	29,5	66,8	Кветта	7,6	30 000	17
То же					40 000	4
1939	40,1	38,2	САЗР (Эрзинджан)	7,8	23 000	17
1948	37,95	58,32	Ашхабад	7,3	≤45 000	2
1962	35,6	49,9	Север Ирана (Буйин-Зара)	7,2	12 225	17
1968	34,15	59,01	Восток Ирана (Дашт-е-Байаз)	7,4	>10 000	17
1972	28,38	52,98	Юго-Восточный Загрос (Гир)	6,9	5374	17
1978	33,37	57,44	Восток Ирана (Табас)	7,4	20 000	3
То же					25 000	4
1988	40,86	44,17	Армения (Спитак)	7	25 000	3
1990	37	49,4	Эльбурс (Рудбар)	7,3	>40 000	17
1556	34,5	109,7	Китай (Сиань)	≥8	830 000	17

1	2	3	4	5	6	7
1920	36,6	105,4	Китай (Ланьчжоу)	$\geq 8,3$	160 000	17
1976	39,57	117,98	Китай (Тангшань)	7,9	>250 000	17
<i>То же</i>					400 000	4
<i>То же</i>					640 000	3

Примечание. В столбце «Район» в скобках указаны неблагоприятные явления, последовавшие за землетрясением: (в) – вулканизм, (п) – пожар, (ц) – цунами, (э) – эпидемия. В столбце «Число жертв» приведено количество погибших от землетрясения и этих явлений; $n-1000$ или $n-10\ 000$ – многие тысячи или десятки тысяч жертв. В конце таблицы курсивом даны сведения о китайских землетрясениях, сопровождавшихся максимальным числом жертв, зафиксированных за всю историю наблюдений и в XX в. Литературные источники: 1 – [Иосиф Флавий, 1999]; 2 – [Кадыров, 1990]; 3 – [Келлер, Кувакин, 1998]; 4 – [Лобацкая, Кофф, 1997]; 5 – [Nikonov, 1991]; 6 – [Новый каталог..., 1977]; 7 – [Ambraseys, 1997]; 8 – [Ambraseys et al., 1994]; 9 – [Ambraseys, Finkel, 1995]; 10 – [Ambraseys, Melville, 1982]; 11 – [Ambraseys, Moinfar, 1973]; 12 – [Berberian, 1976, 1977]; 13 – [Berberian, 1994]; 14 – [Catalogue..., 1994]; 15 – [Karakhanian et al., 2002]; 16 – [Taher, 1979]; 17 – [Tiedemann, 1991]; 18 – [Trifonov, Karakhanian et al., 1994].

предварительной оценки возможных сейсмических воздействий на жизнь и деятельность населения.

Анализ последствий сильных землетрясений рассматриваемого региона показывает, что единичные землетрясения, как бы сильны они ни были, редко служат причиной существенных исторических изменений. В относительно здоровом государстве, находящемся в состоянии подъёма или стабильности, последствия разрушений ликвидируются, города восстанавливаются, а людские потери восполняются миграцией и, со временем, естественным приростом. Так неоднократно возрождались Антиохия, Родос, Смирна (Измир), Никомедия (Измит) и Ерэнка (Эрзинджан), ликвидировал последствия разрушений Константинополь (Стамбул). Отдельные города или области, пострадавшие от землетрясений, могли временно терять своё экономическое и культурное значение, которое потом восстанавливалось, как это было с финикийским Сидоном. В худшем случае город не восстанавливался, и его роль переходила другому. Так случилось с Угаритом на сирийском побережье Средиземного моря и Двином в Армении, столичные функции которого после неоднократных сейсмических разрушений перешли к Ани.

Сохранившиеся документы свидетельствуют о том, что в годы правления многих римских императоров (кроме последней эпохи упадка) процветающая империя оказывала эффективную помощь пострадавшим от землетрясений городам и жителям, и даже такое катастрофическое событие, как гибель Помпеи в 79 г. при правлении Тита, практически не сказалось на жизни империи.

Иначе было в эпохи политической нестабильности или избыточного экономического напряжения того или иного государства, когда экстремальное природное событие могло нарушить неустойчивое равновесие и сразу или со временем привести к необратимым последствиям. Вероятно, именно такую роль для Минойской державы сыграло Великое Минойское землетрясение-извержение. Экспансионистская политика и длительный вооружённый конфликт с ахейскими городами-государствами требовали максимальной мобилизации сил. Природная катастрофа подорвала силы Минойской державы, которая, хотя и смогла частично ликвидировать её последствия и продолжить прежнюю политику, через ~50 лет была разгромлена и покорена окрепшими ахейцами (см. раздел 2.3).

В более явном виде подобная ситуация повторилась при взятии г. Бихуры к юго-западу от оз. Севан осаждавшими его урартскими войсками Аргишти I в начале VIII в. до н. э. (см. раздел 2.2) и при взятии Ани турецкими войсками в 1064 г. В обоих случаях затянувшаяся осада кончилась землетрясением (в первом случае также вулканическим извержением), разрушившим крепостные стены и позволившим осаждавшим захватить город и окончательно покорить страну. Вместе с тем в обоих случаях силы осаждавших были намного больше, и природная катастрофа лишь ускорила неизбежные события.

Более важное историческое значение, по-видимому, имели вековые эпохи увеличения числа и суммарной энергии сильных землетрясений.

При них последствия отдельных сейсмических событий не успевали ликвидировать, что всё более ухудшало социально-экономическую ситуацию и обороноспособность страны. Напомним, что именно такие сейсмогенные воздействия разрушили многие ахейские города и способствовали в XIII в. до н. э. завоеванию Греции дорийско-иллирийскими племенами. Подобным образом ранневизантийский пароксизм середины I тысячелетие н. э. ухудшил и без того тяжелое социально-экономическое и военное положение Восточной Римской империи. Обе указанные эпохи характеризовались к тому же ухудшением климатических условий, подрывавшим сельскохозяйственное производство и приводившим к голоду. Показательно, однако, что несмотря на климатические изменения, Сасанидский Иран, где ранневизантийский пароксизм практически не проявился, дольше сохранял относительное благополучие и пал позднее — при арабском завоевании. Подробнее эти события проанализированы в разделе 5.3.

Глава 2

Вулканизм, активная тектоника и общественное развитие

В пределах Восточной Ойкумены выделяются две главные вулканические области, где происходили голоценовые извержения и находятся действующие вулканы. Одна из этих областей — южная часть Эгейского моря. Здесь, в тылу Крито-Эллинской дуги, в голоцене функционировало несколько вулканов, среди которых наибольшие последствия имели извержения Санторина (Феры). Это вулканы центрального типа, извергавшие материал известково-щелочной серии. Большую роль играла пирокластическая компонента. Вторая область охватывает значительную часть региона взаимодействия Аравийской и Евразийской плит (рис. 36). Центр области находится на Армянском нагорье, а от него отдельные голоценовые вулканы распространяются на юг до Сирии и Северной Иордании, на север до Эльбруса на Большом Кавказе, на запад до Центральной Турции и на восток до района г. Тегерана (вулкан Демавенд). Извержения разнообразны по составу.

Ниже рассмотрено несколько примеров голоценовых вулканических извержений в Восточной Ойкумене. Каждый из них интересен с исторической точки зрения. Армянские примеры проливают дополнительный свет на условия проникновения в Закавказье древнейших индоевропейских племён и становление армянского этноса. Сирийский пример заставляет по-новому взглянуть на легенду о гибели Содома и Гоморры. Наконец, Великое Минойское извержение Санторина оставило заметный след в развитии крито-микенской цивилизации. Возможно, с ним связан миф об Атлантиде.

2.1. Исторические извержения вулканов Армянского нагорья

Две структуры pull-аpart с проявлениями исторического вулканизма, Сюникская и Поракская, приурочены к Ханарасарской зоне активных правых сдвигов, пересекающей Севан и продолжающейся на юго-восток до г. Сисиана и далее (см. рис. 11 и раздел 1.2.3).

2.1.1. Сюникская структура

Сюникская структура приурочена к высокогорному (~3000 м над у. м.) Сюникскому вулканическому нагорью и из-за трудной доступности была

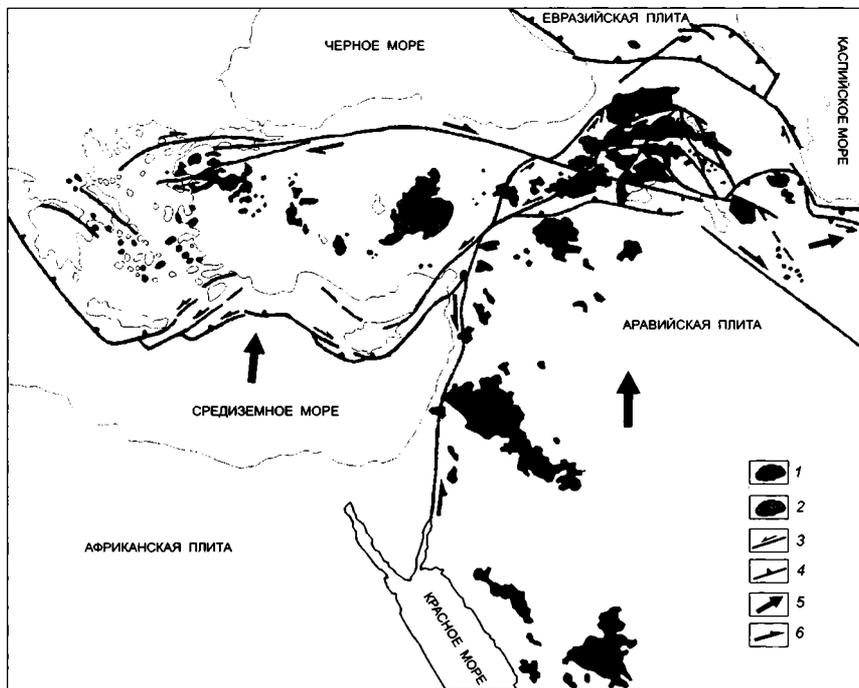


Рис. 36. Неоген-четвертичные вулканические образования и главные новейшие разломы Аравийско-Кавказского региона

1 — неоген-четвертичные базальты; 2 — неоген-четвертичные вулканы известково-щелочного ряда; 3 — сдвиг; 4 — надвиг или взброс; 5 — направление движения горных масс; 6 — направление сдвиговых перемещений

долгое время плохо изучена. В 1967 г. её голоценовые вулканические образования исследовал В. Г. Трифионов совместно с К. А. Мкртчяном. А. С. Караханян сопоставил их с зоной Ханарасарского активного разлома. Детальные работы были начаты в 1993–1994 гг. [Караханян и др., 1999] и продолжают до сих пор. Они и послужили основой для настоящего описания.

Молодые геологические формации и археологическое датирование. Субстратом, на котором разворачивались тектонические и вулканические события позднего плейстоцена и голоцена, являются вулканические породы среднего эоцена, неогена, раннего и среднего плейстоцена. Средний эоцен — андезито-базальтовые порфириды. Неоген представлен риолито-дацитами.

Они перекрыты местами потоками базальтов и андезито-базальтов позднего плиоцена, раннего и среднего плейстоцена. Типичны контакты прислонения. Поверхность лав эродирована и нередко покрыта мощным почвенным слоем. Как правило, отдельные потоки не дифференцируются. Ранне-среднеплейстоценовые вулканы образуют полуразрушенные конуса. Крупнейший среди них — вулкан Каркар.

Позднеплейстоценовые андезито-базальтовые потоки отличаются от более древних лучшей сохранностью. Хотя поверхность потоков эродирована и обычно покрыта почвенным слоем, их удастся дифференцировать на аэрофотоснимках и на местности. Сохранились шлаковые конуса с полузапавшими кратерами. Особую формацию составляют морены позднеплейстоценового долинного оледенения. Различаются цирки, откуда двигались ледники, сформировавшие боковые и конечные морены. Они сложены местным вулканическим материалом. Одинаковая степень сохранности позволяет считать все выделенные морены геологически одновозрастными. Часть их вложена в позднеплейстоценовые лавы или перекрывает их поверхность, что хорошо видно на юге региона (1 на рис. 37). Нигде не наблюдалось залегание на моренах позднеплейстоценовых лав. Поэтому морены датированы концом позднего плейстоцена.

Вулканы и лавовые потоки голоцена хорошо видны на местности, космических изображениях и аэрофотоснимках (рис. 38). По степени сохранности они разделяются на три генерации. Андезито-базальты древнейшей I генерации обнажаются только в западной части голоценового лавового поля. Первичная поверхность лав эродирована, хотя и не столь основательно, как позднеплейстоценовых. На значительном протяжении она перекрыта мало-мощным почвенным покровом. На восточном берегу оз. Хайталич (2 на рис. 37) видно налегание андезито-базальтов I генерации на позднеплейстоценовую морену. Андезито-базальты II и III генераций сохранили практически все черты первичного вулканического рельефа и, вероятно, близки по возрасту. Лавы II генерации слагают главным образом северную часть голоценового лавового поля, а III — южную. Голоценовые вулканы невелики. Склоны некоторых из них помимо лав сложены тефрой.

Голоценовые и позднеплейстоценовые лавовые потоки в значительной мере использовали крупнейшие существующие и сейчас долины, которые, таким образом, возникли не позднее позднего плейстоцена. Позднеплейстоценовый и голоценовый возраст имеют фрагментарно развитые речные и овражные террасы. Руслу современных водотоков обычно слабо (≤ 2 м) врезаны в днища долин. Соотношения смещений по разломам с элементами долин и лавовых потоков помогают датировать возраст подвижек.

Датирование голоценовых образований радиоуглеродным методом затруднено скудностью растительности. Вместе с тем уникальную возможность датирования открывают многочисленные археологические объекты. Глыбы плейстоценовой лавы в пределах всего региона и особенно вокруг южной части голоценового лавового поля покрыты многочисленными петроглифами — наскальными рисунками, созданными каменными орудиями

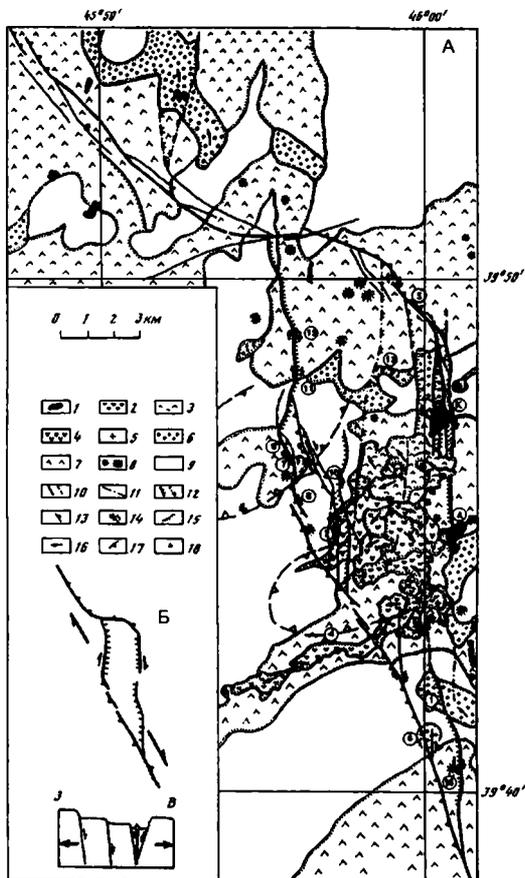


Рис. 37. Геологическая карта (А) и геодинамическая модель (Б) Сюникской структуры pull-apart [Караханян и др., 1999]

1 – современное озеро; 2–4 – голоценовые лавы: 2 – III генерация, 3 – II генерация, 4 – I генерация; 5 – голоценовый лавовый вулкан; 6 – позднеплейстоценовая морена; 7 – лавы позднего и среднего плейстоцена; 8 – лавовые и тефровые вулканы позднего и конца среднего плейстоцена; 9 – неогеновые риодациты; 10–14 – разломы: 10 – голоценовые, 11 – позднеплейстоценовые, 12 – сброс, 13 – взброс, 14 – сдвиг; 15 – граница стратиграфических подразделений или лавовых потоков внутри единого подразделения (точки поставлены на стороне более молодого подразделения); 16 – направление течения лавового потока или ледника; 17 – контур геотермальной аномалии; 18 – археологический объект. Крупные разломы выделены утолщёнными линиями. А – оз. Агналич (Аллах-Ли), К – оз. Карагель. Пояснение цифр см. в тексте

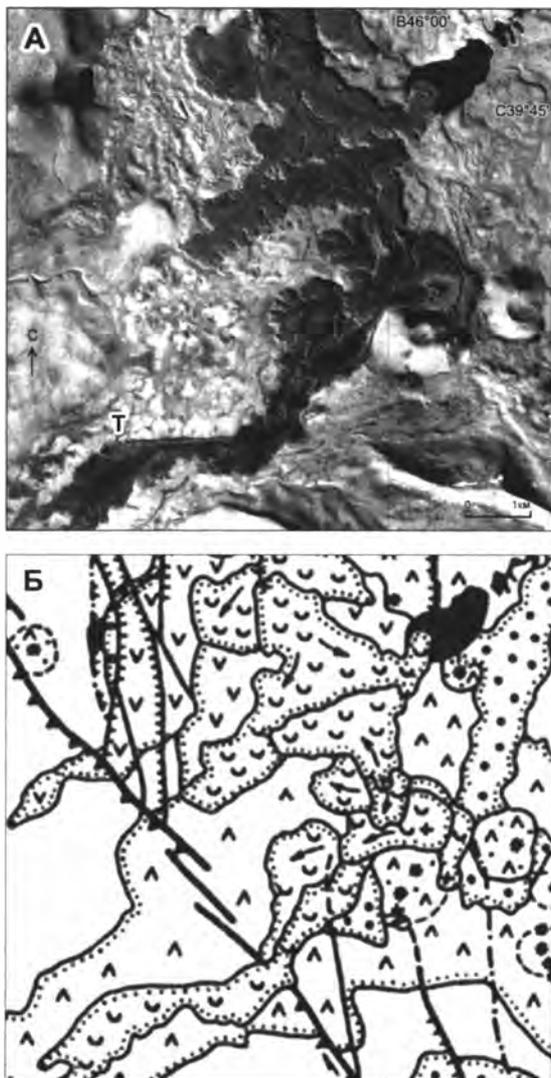


Рис. 38. Аэрофотоснимок южной части Сюникской структуры (А) и его геологическая интерпретация (Б) [Караханян и др., 1999]

Условные обозначения см. на рис. 37. Т — курган, построенный из глыб соседнего средне-голоценового лавового потока

техникой точечного выдалбливания (рис. 39). Петроглифы обнаружены на глыбах не только плейстоценовых лав, но и голоценовых лав I генерации. На юге на краю потока II генерации также обнаружен один петроглиф. На лавах III генераций они отсутствуют. Картирование области наибольшего распространения петроглифов показывает, что лавы III генерации как бы перекрывают её. Таким образом, петроглифы моложе лав I генерации и древнее лав III и частично II генераций голоцена. Более молодыми являются рисунки, созданные позднейшими скотоводами, имитирующие оригинальные изображения, но отличающиеся техникой изготовления.

Г. О. Караханян и П. Г. Сафян [1970] датировали петроглифы в пределах от VII до III и, возможно, II тысячелетия до н. э., но полагали, что большая их часть принадлежит к IV–III тысячелетиям. Выделяются немногочисленные рисунки архаического облика, обычно более крупные, чем позднейшие петроглифы, и иногда зарисованные ими. Эти ранние петроглифы условно отнесены к неолиту. Позднейшие петроглифы многочисленны и обнаруживают стилистическое единство, указывающее на их принадлежность единой культуре. Эти петроглифы разнообразнее по тематике (см. рис. 39). Преобладают изображения животных, но они стали разнообразнее и принадлежат как диким, так и домашним особям. Широко представлены сцены охоты, иногда с собаками. Военное и охотничье снаряжение составляли копьё, лук со стрелами, прямоугольный щит с закруглёнными углами и, возможно, капканы. Лассо и верёвка с грузом на конце могли использоваться как для охоты, так и для отлова домашнего скота. Скотоводческую тематику представляет ряд козлов, конвоируемых человеком с собаками. Встречаются изображения повозок, как двусосных со сплошными колёсами, запряжённых парой волов, так и одноосных с колёсами со спицами, запряжённых эквидами (лошадьми?). Обнаружены изображения всадников на лошадях и лошадей без всадников. К числу религиозных сюжетов относятся изображения танцующих групп, в частности танца охотников и человека с рогами на голове (рис. 40, Б). Не ясен смысл многочисленных символических изображений: спирали, свастики, волнистой линии и других, иногда довольно сложных (см. рис. 39).

Итак, II генерация петроглифов Сюника (как, вероятно, и Гегама-Вардениса) могла принадлежать сообществу скотоводов эпохи энеолита, ранней или средней бронзы, совмещавших это занятие с охотой, которая, очевидно, была достаточно продуктивной в условиях Армянского нагорья. Их воинское и охотничье снаряжение типично для этих эпох. Они одомашнили не только собак, коз и коров, но также лошадь, которую использовали как транспортное средство. Религия содержала элементы шаманизма. Вместе с тем среди рисунков отсутствуют какие-либо признаки земледелия, распространённого в это время в долинах Армении, Грузии и Азербайджана. Подобные изображения были встречены нами также в районе г. Эрзинджана (Восточная Турция) и оз. Урмия (Северо-Западный Иран). Таким образом, тематический анализ петроглифов оставляет широкий диапазон их возможного возраста от конца V до конца III тысячелетия до н. э.

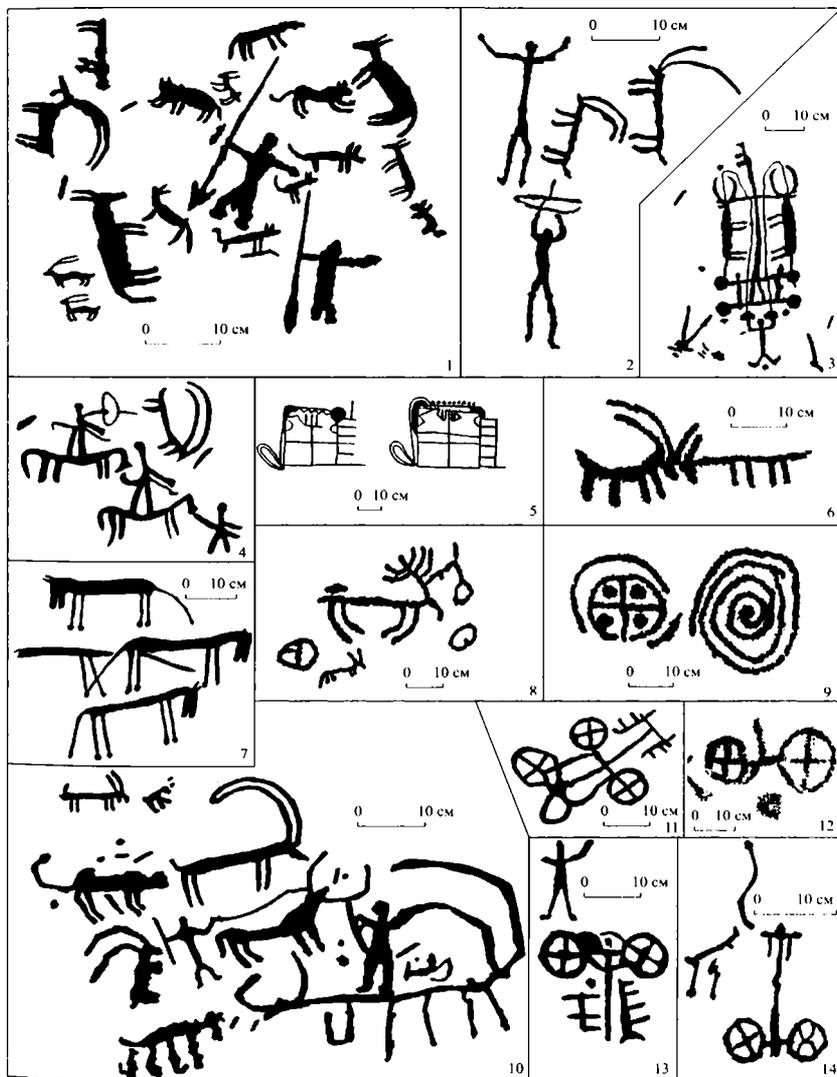


Рис. 39. Типы петроглифов района Сюникской структуры

Источники: 1–3, 7, 10, 11, 13, 14 – [Караханян, Сафян, 1970]; 4 – [Междумян, 1992];
5, 6, 8, 9, 12 – [Трифонов, Караханян, 2004] по материалам: 5 – О. Г. Азизбекяна,
6, 8, 9, 12 – В. Г. Трифонова

Верхний возрастной предел извержения голоценовых лав III генерации датируется обследованием древнего погребения, расположенного возле северного края юго-западного лавового потока III генерации (4 на рис. 37; Т на рис. 38), поскольку глыбы лавы этого потока использовались, чтобы оконтурить могильный круг и засыпать могилу сверху. Перед раскопками могила была 8–9 м в диаметре и 60 см высотой. После снятия верхних камней лавы (30–40 см) под ним была вскрыта линза насыпного суглинка мощностью до 40 см. Она залегала на слое камней, смешанных с насыпным грунтом, мощностью до 30 см, перекрывавшим поверхность плейстоценового лавового потока. В линзе суглинка найдены обломки обсидиановых орудий, реже серой лепной керамики, кусочки костей и угля. Обломки лепной керамики найдены и в верхнем слое камней. Радиоуглеродный возраст суглинка, взятого на глубине 45–65 см от поверхности могильника, — 4720 ± 140 лет [3650–3350 гг. до н. э.] (ГИН-8197)¹. Его можно считать нижним пределом возраста могильника. Опираясь на данные о петроглифах и эту дату, мы предположили, что голоценовые лавы II и III генераций извергались в первой половине IV тысячелетие до н. э.

Тектоника Сюникской структуры. На описываемом участке Ханарасарский разлом испытывает с СЗ на ЮВ характерные структурные изменения. Сначала его зона, севернее простиравшаяся в направлении СЗ–ЮВ, отгибается к востоку, становясь почти широтной. Затем она резко отгибается к югу, разделяясь на несколько ветвей. На крайнем юге эти ветви сливаются в единый разлом юго-восточного простираения, типичного для Ханарасарской зоны. Таким образом, рассматриваемый участок зоны представляет собой удлинённую с севера на юг ромбовидную структуру с двумя бортами северо-западного и двумя бортами меридионального простираений. Внутренность «ромба» рассечена многочисленными разрывами меридионально, реже северо-западного простираения.

Разлом северо-восточного края «ромба» на всём протяжении характеризуется (как и в более северо-западных сегментах Ханарасарской зоны) относительным подъёмом северо-восточного крыла. Амплитуда вертикального смещения достигает 5 м на поверхности среднеплейстоценовых лав и уменьшается к ЮВ на более молодых формах рельефах до 2–3 м. В 3 км юго-восточнее горы Ераблур (5 на рис. 37), позднеплейстоценовые склоны долины смещены по разлому вправо на 60–70 м, а голоценовое русло — на 5–6 м. Соотношение вертикальной и сдвиговой компонент смещения близко к 1/20.

Разлом юго-западного ограничения «ромба» состоит из нескольких сегментов, расположенных эшелонированно друг относительно друга. У всех

¹ Здесь и в дальнейшем в квадратных скобках указаны пределы календарного возраста образца, рассчитанного по единой программе [Stuiver et al, 1998] с точностью σ , на основе принятой калибровочной кривой [Pearson, Stuiver, 1986]. Далее в круглых скобках может быть приведён номер образца с указанием индекса лабораторий-определителя.

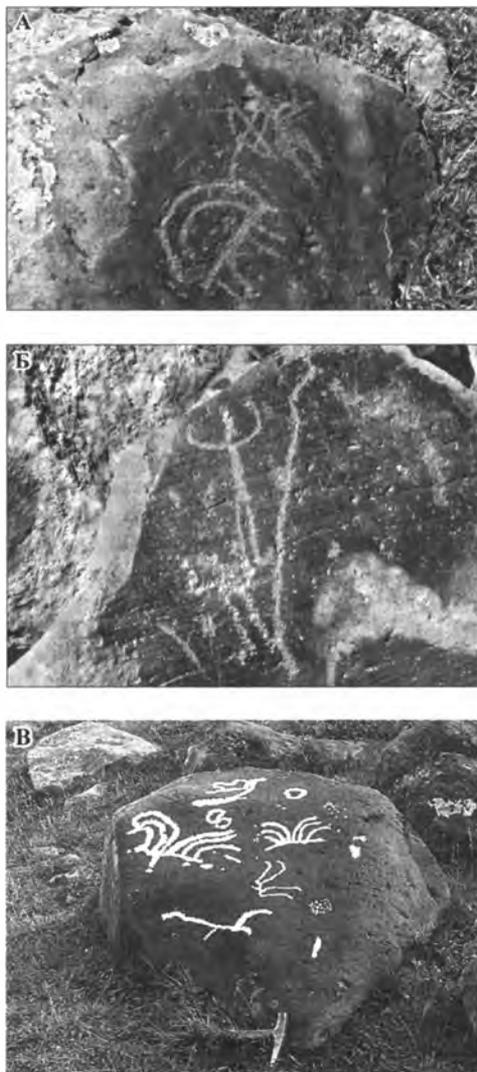


Рис. 40. Петроглифы на Сюникском нагорье в зоне Ханарасарского разлома северо-западнее Сюникской структуры pull-apart

А – сцена охоты с луком; Б – ритуальная сцена; В – возможное изображение извержения вулкана Порак

подняты юго-западные крылья. В 1 км северо-западнее горы Навассард (6 на рис. 37) амплитуда поднятия достигает 3,5 м. Там же днище небольшой долины смещено по разлому вправо на 20–30 м, что превосходит величину поднятия в 6–8 раз. Разлом несёт следы недавних, вероятно сейсмогенных, обновлений. Подвижки по разлому вызвали подпруживание смещённой долины. В возникшей котловине отложилось >2 м тонкого обломочного материала. В шурфе, вскрывшем 1 м разреза котловины, под современным почвенным слоем (15 см) залегает 10-сантиметровый слой суглинка, обогащённого органикой и, вероятно, отвечающего последнему сейсмогенному импульсу углубления. Радиоуглеродный возраст суглинка 2020 ± 160 лет [210 г. до н. э. — 135 г. н. э.] (ГИН-8193). Под ним находится слой (30 см) бурого суглинка с редкими камнями и обломками обсидиановых орудий. Ниже залегает слой глины видимой мощностью 45 см, отвечающей, по нашему мнению, одному или двум предыдущим импульсам сейсмогенного углубления котловины. Образец из нижних 10 см слоя глины дал радиоуглеродный возраст 5000 ± 160 лет [3960–3650 гг. до н. э.] (ГИН-8194). Все предполагаемые сейсмические события имели место после создания петроглифов, поскольку петроглифы присутствуют на глыбах каменной осыпи, смещаемой разломом, но отсутствуют на соседней молодой осыпи, упирающейся нижним краем в уже сформированный разломный уступ.

Северо-западнее тот же сегмент разлома смещает на 180–200 м днище долины, ограниченной с севера позднплейстоценовым лавовым потоком и заполненной выше по течению морены конца позднего плейстоцена. Можно полагать по этим соотношениям, что указанное смещение произошло за вторую половину позднего плейстоцена и голоцен, т. е. в течение последних десятков тысяч лет. Если это так, то средняя скорость сдвига составляет несколько миллиметров в год, что соизмеримо со скоростью сдвига в северной части Ханарсарской зоны. Далее к СЗ разлом пересекает лавовый поток III генерации голоцена. На поверхности потока разлом не виден (не возобновлялся после извержения), но долина, по которой двигалась лава, смещена вправо на 100–200 м.

Ещё северо-западнее описанный сегмент кулисно подставляется другими сегментами, сохраняющими те же черты строения. Величина уступа земной поверхности достигает 2,5–3 м. По искривлению линий разломов в рельефе предполагается наклон сместителей на ЮЗ под углом $\sim 50^\circ$. Остатки древней каменной изгороди смещены по разлому вправо на 11–12 м. Радиоуглеродный возраст палеопочвы под камнями кладки — 2090 ± 110 лет (ГИН-13523) [–200 г. до н. э. – 100 г. н. э.]. Почва под отрезком изгороди, построенным вместо смещённого, дала возраст ≤ 200 лет (ЛУ-5703). Севернее (7 на рис. 37) русло пересекаемого сухого ручья смещено вправо на 3 м при подъёме западного крыла на 0,8 м.

Между описанными пунктами на аэрофотоснимках выделены два небольших соседних разрыва, оперяющих основной разлом (8 на рис. 37). По каждому из них руины другой подобной изгороди изогнуты вправо на $\sim 1,2$ м. Через зону

западного из этих разрывов рядом с изогнутой изгородью прорыта канава. Она вскрыла две ветви разрыва, отстоящие одна от другой на 1,5 м. Разрывы смещают по вертикали на 20–25 см слой суглинка, подстилающего кладку изгороди и залегающего на плейстоценовой лаве. Радиоуглеродная проба суглинка в основании уступа восточной ветви дала возраст 3220 ± 150 лет [1625–1265 г. до н. э.] (ЛУ-5701), а в основании уступа западной ветви — 1970 ± 90 лет [45 г. до н. э.–175 г. н. э.] (ЛУ-5698). Они являются постдатами соответствующих сейсмогенных подвижек. Вторая дата близка к приведённой выше преддате смещения изгороди по основному разлому и постдате последнего смещения по более юго-восточному сегменту разлома. По-видимому, все они относятся к одному сейсмическому событию. Изгородь возведена на выровненной поверхности суглинка с радиоуглеродным возрастом 1050 ± 70 лет [945–1105 г. н. э.] (ЛУ-5696). Очевидно, правосдвиговый изгиб изгороди произошёл позже и может быть связан с более молодым землетрясением.

В северо-западной части описываемого ограничения «ромба» (9 на рис. 37) разлом выражен двумя параллельными голоценовыми уступами на 3 и 4 м. Верхний уступ (на 4 м) отличается большей свежестью и крутизной. На его верхнем крыле наблюдаются трещины отседания, сходные с трещинами, возникшими в поднятом крыле главного сейсмогенного взброс-сдвига Спитакского землетрясения 1988 г. [Trifonov, Karakhanian, Kozhurin, 1994]. Возможно, и здесь трещины возникли при взбросовом типе подвижки. Среди камней, обвалившихся при образовании уступа, обнаружена глыба с опрокинутым петроглифом, заваленная другими глыбами. Очевидно, петроглиф был создан до сейсмогенной подвижки. Восточное крыло разлома на расстоянии 0,3–1,5 км нарушено непротяжёнными разломами, которые сливаются с ним на юге и севере. По ним правый сдвиг сочетается с небольшими вертикальными смещениями.

Разломы юго-западного и северо-восточного ограничений ромбовидной структуры, изгибаясь, переходят соответственно в её западное и восточное ограничения. Западное ограничение представляет собой сбросовый уступ с опущенным восточным крылом. Высота уступа на поверхности допозднеплейстоценовых пород — 5 м. На поверхности позднеплейстоценовых лав она меньше. В 6 км севернее горы Каркар (11 на рис. 37) южный край позднеплейстоценового лавового потока смещён по разлому вправо на 56 м. Севернее, в 2,5 км к ЮЗ от горы Ераблюр (12 на рис. 37), рассечённый разломом конус средне-позднеплейстоценового вулкана также смещён вправо на десятки метров.

Восточное ограничение ромбовидной структуры представляет собой сбросовый уступ, точнее, эшелонированный ряд сближенных уступов. Опущены западные крылья. Высота уступа на поверхности неогеновых пород достигает 10–12 м. Южнее, на поверхности позднеплейстоценовых лав, она уменьшается до 3 м. В 3–3,5 км западнее восточного пограничного разлома прослежен протяжённый разлом с опущенным восточным крылом. На севере его уступ имеет высоту до 10 м и смещает поверхность позднеплейстоценовых лав, а южнее служит границей распространения голоцено-

вого лавового потока II генерации. Далее к югу разлом продолжается в виде малоамплитудного уступа на поверхности лав III генерации. Между ним и восточным ограничением структуры находится грабен шириной до 3,5 км. К нему приурочены все голоценовые вулканы и основной объём извергнутого ими материала. Севернее области распространения голоценовых лав грабен образует в рельефе понижение с оз. Карагель, возникшим из-за подпруживания речной долины сбросом восточного ограничения грабена.

Дно грабена на расстоянии до 1,5 км от его восточного сбросового ограничения нарушено несколькими сбросовыми уступами с опущенными восточными крыльями. Высота уступов — 1–6 м. Часть сбросов продолжается на юг в поле лав II генерации голоцена, где высота уступов меньше, чем на севере. На поверхности лав III генерации разрывных смещений не обнаружено. Долина, подпруживания которой привело к образованию оз. Карагель, образовалась в современном виде после излияния позднплейстоценового лавового потока. Она испытала праводвиговое смещение на 200–300 м по разлому восточного ограничения грабена и расположенным западнее разломам с опущенными восточными крыльями. Если сдвиг произошёл за конец позднего плейстоцена и голоцен, его средняя скорость достигает нескольких миллиметров в год.

Сбросовое ограничение восточного края ромбовидной структуры фиксируется и южнее голоценового лавового поля. На восточном склоне горы Навассард (14 на рис. 37) высота сбросового уступа — 1–3 м. Там же разлом смещает вправо на 5–7 м днище сухого ручья. Непосредственно в зоне разлома обнаружены петроглифы, не испытывавшие смещений. По-видимому, последние подвижки имели место до их создания, т. е. раньше, чем на юго-западном ограничении ромбовидной структуры.

На крайнем юге юго-западное и восточное ограничения ромба сливаются в единый разлом. Между ними выделены два небольших разрыва, отходящих на север от разлома юго-западного края ромбовидной структуры. У одного из них западное крыло поднято на 2,5 м и сдвинуто вправо на 11 м. По второму разрыву русло сухого ручья смещено вправо на 3 м. Хорошая сохранность свидетельствует об относительной молодости обоих нарушений. Второй разрыв нарушает даже поверхность голоценовых лав III генерации.

Соотношения активных разломов и вулканизма. Северо-восточное ограничение Сюникской ромбовидной структуры является непосредственным продолжением сегмента Ханарасарского разлома, протягивающегося сюда с СЗ, и характеризуется теми же морфологическими и кинематическими параметрами. Отгибаясь к югу, т. е. переходя в разлом восточного ограничения ромбовидной структуры, он сохраняет то же направление относительного вертикального смещения, но изменяет наклон: из взброса становится сбросом. При этом мощность сдвига, в северной части восточного ограничения ромба близкая к скорости сдвига на северо-восточном ограничении, в южном направлении убывает в несколько раз, но по-прежнему пре-

обладает над скоростью вертикальной компоненты движений. Разлом юго-западного ограничения ромбовидной структуры характеризуется теми же морфологическими и кинематическими параметрами, что и в других частях Ханарасарской зоны, с той лишь разницей, что здесь взброшено юго-западное крыло разлома. Переходя на западный борт ромба, он из взброса становится сбросом, сохраняя относительное поднятие западного крыла. При этом скорость сдвига уменьшается, но по-прежнему многократно преобладает над скоростью вертикального смещения. Сбросами и сбросо-сдвигами являются и разломы внутри ромба.

Таким образом, Сюникская ромбовидная структура представляет собой впадину типа pull-apart, возникшую на участке кулисного подставления двух сдвиговых сегментов Ханарасарского разлома (см. рис. 37, Б). Обязанное растяжению проседание ромбовидной структуры происходит на фоне сдвиговых перемещений, преобладающих над вертикальными не только на продолжениях этих сегментов, но и на западном и восточном ограничениях ромба. При этом скорость сдвига, убывающая с севера на юг вдоль восточного ограничения ромба, как бы передаётся западному ограничению, где она возрастает в том же направлении. В сумме скорость сдвига по обоим бортам остаётся равной скорости сдвига в других сегментах Ханарасарской зоны.

Центры андезито-базальтовых лавовых излияний голоценового и в значительной мере позднплейстоценового возраста располагаются внутри и по краям ромбовидной структуры. Возможно, в позднем плейстоцене она была крупнее, чем в голоцене, на что указывают позднплейстоценовые разломные уступы западнее (и восточнее ?) современного ромба. Центры голоценовых извержений образуют меридиональные цепи, тяготеющие к восточной части ромбовидной структуры. Они либо находятся на продолжении сбросов и сбросо-сдвигов, либо кулисно их подставляют. Иначе говоря, вулканы являются выражением растяжения ромба. Извержения могли быть источником дополнительного проседания ромбовидной структуры. Особое положение занимают сбросо-сдвиги меридионального и взбросо-сдвиги северо-западного простирааний на западе ромба. Они образуют ромбовидную структуру меньшего размера, где перемещения происходили в условиях сжатия. Позднечетвертичные вулканы там отсутствуют.

В 1984–1986 гг. г. П. Григорян и его коллеги из Геологической службы Армении выполнили сейсмопрофилирование региона методом преломлённых волн. Исследования выявили две небольшие области аномального погасания волн на глубинах 1,5–2 км (см. рис. 37). Одна область расположена под полем голоценовых лав. Вторая находится чуть северо-западнее вблизи термального источника Ермахпюр (Готуристису). Скважина, пробуренная рядом с источником, дала температуру 100° на глубине 1 км. Можно полагать, что аномальные области, охватывающие территорию 8×14 км, отражают расположенный на глубине очаг разогретых и, возможно, частично расплавленных пород. Ханарасарский разлом и восточное ограничение ромба огибают очаг, тогда как западный край очага, возможно, совпадал с позднплейстоценовой границей структуры.

Предлагаемая модель соотношений описанных тектонических и вулканических событий исходит из факта существования упомянутого термального источника, предположительно отождествляемого с промежуточным магматическим очагом, и учитывает сейсмогенный характер выявленных голоценовых подвижек. Наиболее ярко он проявлен на юго-западе ромба. Одно или два сильных землетрясения произошли в середине голоцена после создания петроглифов, когда изливались лавы II и III генераций.

Согласно предлагаемой модели, сильный сейсмический импульс нарушал связность пород в зонах уже существовавших разломов и создавал новые разломы. Разломы достигали промежуточного магматического очага и служили каналами извержений до тех пор, пока вскрытая часть очага не истощала свои ресурсы. Затем наступала эпоха покоя, прерывавшаяся новым сильным сейсмическим импульсом и следовавшими за ним извержениями. В середине голоцена имели место два таких импульса. Извержение раннеголоценовых лав также могло быть связано с сильным землетрясением.

Неточность датировок не позволяет доказать, что землетрясения предшествовали импульсам извержений, но на это может указывать тот факт, что среднеголоценовые сейсмогенные подвижки, зафиксированные на юге ромба (6 на рис. 37), не нарушают поверхность лавового потока III генерации, т. е. произошли до его излияния. Подобная последовательность событий установлена на Санторине, где сильнейшее землетрясение предшествовало Великому Минойскому извержению середины II тысячелетия до н. э. (см. раздел 2.3), а также в Помпеях, где землетрясение 62 г. интенсивностью 10 баллов [Catalogue..., 1994], вероятно, было предвестником извержения Везувия 79 г., уничтожившего город.

Последний сейсмический импульс, выявленный на юго-западе Сюникской структуры, имел место -2000 ± 100 лет назад. Возникший сейсмогенный разрыв длиной > 12 км нарушил поверхность южного голоценового потока III генерации. Но землетрясение не сопровождалось извержениями, возможно, потому, что его эпицентральная область располагалась южнее или юго-западнее термально-магматического очага. Следы сейсмогенного разрушения обнаружены в среднебронзовых погребальных камерах Зорац-Карера, расположенного в 25 км юго-восточнее. Могилы, созданные там после этого события, дали радиоуглеродный возраст 1990 ± 110 лет [120 г. до н. э. — 127 г. н. э.] (ГИН-8196) и 1600 ± 150 лет [325–610 гг.] (ГИН-8198). Сейчас рассматриваемая часть Ханарасарской зоны находится в состоянии устойчивого сейсмического затишья.

2.1.2. Поракская структура

Тектоническое положение. Вулканы группы Порак расположены юго-восточнее оз. Севан и в 35–40 км северо-западнее Сюникской структуры на северном склоне Варденисского вулканического хребта на высоте ~ 2800 м (2 на рис. 11). Группа состоит из центрального позднеплейстоценового вул-

кана Порак и голоценовых паразитических конусов и центров трещинных излияний андезито-базальтового состава (рис. 41, 42). От них в северном и северо-западном направлении отходят два крупных лавовых потока протяжённостью до 21 км. Некоторые центры голоценовых излияний группируются в меридиональные цепочки, ограниченные сегментами Ханарасарского правого сдвига. Сегменты отстоят на 1,5–2 км и кулисно подставляют друг друга так, что сегмент, продолжающий разлом на ЮВ, расположен южнее сегмента, продолжающего его на СЗ.

По обоим сегментам зафиксированы позднечетвертичные правые смещения с подчинённой вертикальной компонентой. В 10–12 км юго-восточнее Порака сегменты связаны двумя субмеридиональными правыми сбросо-сдвигами. В совокупности разломы очерчивают четырёхугольник, вытянутый на 15 км вдоль Ханарасарской зоны. Опущенными во всех случаях являются крылья разломов, расположенные внутри него. Северо-западный край четырёхугольника скрыт мелкими вулканами и лавовыми потоками Поракской группы, которые можно рассматривать как проявление субмеридиональной зоны (или зон) растяжения на западном фланге структуры. Последняя, таким образом, представляет собой присдвиговую структуру типа pull-apart.

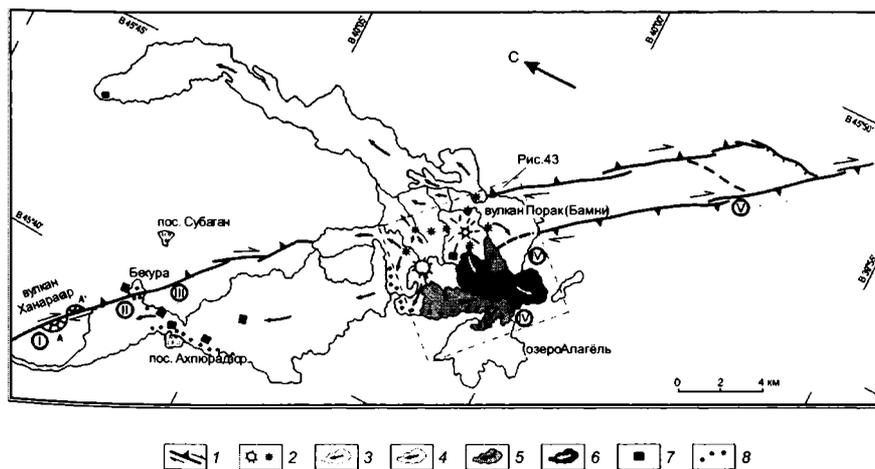


Рис. 41. Поракская структура pull-apart и расположенные в ней археологические памятники [Трифонов, Караханян, 2004]

1 — ветви Ханарасарского разлома; 2 — центры извержений; 3 — постройка вулкана Порак и его древнейшие лавовые потоки (конец плейстоцена — начало голоцена); 4–6 — голоценовые лавовые потоки Порака: 4 — I генерация (ранний голоцен), 5 — II генерация (конец V тысячелетия до н.э.), 6 — III генерация (первая половина VIII в. до н.э.); 7, 8 — археологические памятники (средняя бронза — раннее железо); 7 — остатки поселений, 8 — оборонительные сооружения. Пояснение цифр см. в тексте



Рис. 42. Высотный аэрофотоснимок вулканического центра Порак

Цифры на снимке: 1 — вулкан Порак; 2 — среднеголоценовые лавы Поракского центра; 3 — среднеголоценовые лавы, излившиеся из паразитического вулкана в северо-западной части вулканического центра; 4 — части среднеплейстоценового вулкана, смещенные по Ханарасарскому разлому; 5 — развалины древнего поселения (II на рис. 41)

Возраст извержений. Выделяются три генерации голоценовых лав. К I генерации, самой ранней и мощной по объёму извергнутого материала, относятся два упомянутых протяжённых лавовых потока, достигающих сёл Карчакхиюр (западный поток) и Ахунк (восточный поток). Высокая степень эродированности первичной поверхности заставляет считать I генерацию раннеголоценовой. Лавы II и III генераций, сохранившие многие детали первичной поверхности, выглядят существенно более свежими. Их главные центры находились на южном и западном склонах Порака, где один из потоков II генерации достиг оз. Алагель (2 на рис. 42). Выделяется также центр извержений в 5 км к ССЗ от Порака. С ним связаны небольшие потоки обеих генераций (3 на рис. 42).

О возрасте лав II генерации можно высказать лишь гипотетические соображения. Восточнее оз. Алагель вблизи зоны разлома обнаружена группа из четырёх петроглифов. По крайней мере два из них (см. рис. 40, В) можно интерпретировать как попытку изобразить вулканическое извержение. По стилю и технике исполнения петроглифы тождественны тем, что описаны в Сюникской структуре pull-apart. Там петроглифы датированы концом V — началом IV тысячелетия до н. э., поскольку в первой половине IV тысячелетия развитие этой культуры было прервано извержениями. Здесь же оно могло продолжаться и позднее, как и в других частях Гегамского и Варденисского нагорий, где петроглифы частично отнесены к III и даже началу II тысячелетия [Мартirosян, 1981].

Неопределённость возраста петроглифов и, соответственно, извержения можно сузить, если допустить, что здесь, как и в Сюникской структуре, оно сопровождалось сильным землетрясением. На всём протяжении обоих сегментов Ханарасарского разлома, ограничивающих Поракскую структуру, фиксируются свежие уступы, свидетельствующие о недавней сейсмогенной активизации. Уступы деформируют древние могильники. В канаве, пройденной юго-западнее с. Субатан возле южного края раннеголоценового лавового потока (рис. 43; 5 на рис. 44), вскрыт разломный уступ сбросового типа, в опущенном крыле которого залегает палеопочва с радиоуглеродным возрастом 6360 ± 140 лет [5475–5200 гг. до н. э.] (ГИН-9909). Перекрывающий её коллювиальный клин имеет радиоуглеродный возраст 5400 ± 150 лет [4350–4040 гг. до н. э.] (ГИН-9910). Последнюю

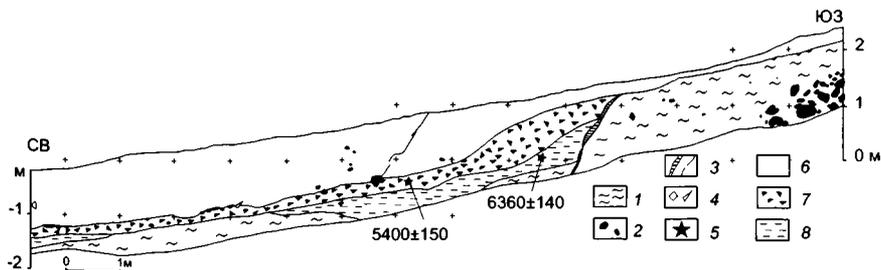


Рис. 43. Разрез канавы через ветвь Ханарасарского разлома непосредственно к югу от края лавового потока I генерации извержений вулканического центра Порак, на котором расположена цитадель главного поселения Карчахюрского комплекса (5 на рис. 44; составлено с участием А. Авагяна)

1 — позднелейстоценовая моренная глина; 2 — камни; 3 — главный разлом и тектоническая трещина; 4 — остатки керамики; 5 — места отбора радиоуглеродных проб; 6 — верхнеголоценовые озерные и делювиальные отложения с культурными остатками в отдельных слоях; 7 — коллювиальный клин; 8 — нижне-среднеголоценовые суглинки



Рис. 44. Аэрофотоснимок «нижнего города» Гегадзора и соседних участков раннеголоценового лавового потока и Ханарасарского разлома

Пояснения к цифрам см. в тексте

величину можно принять за нижний предел возраста обсуждаемого сейсмического и предположительно соответствующего ему вулканического событий, которые, таким образом, имели место не раньше конца V тысячелетия до н. э.

В упомянутой группе наскальных рисунков есть петроглиф (верхний на рис. 41, В), который можно посчитать изображением в косом ракурсе оз. Алагель и возникших рядом с ним лавовых потоков. Если так, то поток III генерации на рисунке отсутствует, т. е. излился позднее. Время его обра-

зования можно гипотетически связать с событиями, которые сопровождали урартское завоевание этой территории. Хорхросская клинопись урартского царя Аргишти I (787–766 г. до н. э.), найденная в районе оз. Ван, повествует о победоносном походе на территорию современной Армении. Клинопись гласит:

...Когда я вновь (повторно) осадил город Бехура, разрушилась гора Бамни в области города Бехура..., дым и сажа (копоть) сейчас от неё до солнца поднимаются. Когда разрушилась гора Бамни, я захватил город Бехура (цит. по кн.: [Оганесян, Абрамян, 1981, с. 66]).

Сардур II (765–733 г. до н. э.), сын Аргишти I, оставил другую клинопись:

Тот народ, который из страха перед оружием сбежал и зашёл на гору Ушкиани и Бамни; я их окружил и умертвил, других, которые бежали, бог Тейшеба сжег [Меликашвили, 1960, с. 254].

Тейшеба — один из главных богов хуррито-урартов, «ответственный» в числе прочего за землетрясения и вулканические извержения. Первый текст можно интерпретировать как описание извержения горы Бамни и, вероятно, предшествовавшего сильного землетрясения, произошедших во время похода Аргишти I и приведших к разрушению Бехуры. Согласно второму тексту, извержение (повторное или продолжавшееся со времени первого) привело к гибели людей, спасавшихся на горе Бамни.

Поход Аргишти I на север, по мнению историков, состоялся около 780–770 г. до н. э., а поход Сардура II мог быть на 10–20 лет позднее. По оценкам историков, город Бехура и гора Бамни находились в бассейне оз. Севан, вблизи Варденисского вулканического хребта. Можно допустить, что гора Бамни — это вулкан Порак. В 18 км к СЗ от него мы ещё в 1989 г. обнаружили руины крупного поселения и исследовали его в 1990–2005 гг. совместно с А. Авагяном, А. Багдасаряном и В. Давтяном, сначала при консультативном, а в 2004–2005 гг. при непосредственном участии археологов во главе с Р. Бадаляном. Поселение состояло из двух частей: в юго-западном крыле Ханарасарского разлома на лавовом потоке I генерации возвышалась «цитадель», а в опущенном северо-восточном крыле разлома находился неукрепленный «нижний город» площадью ~5 га (II на рис. 41; 5 на рис. 42; рис. 45). Есть ли основания отождествлять их с Бехурой?

«Цитадель» представляет собой небольшое (диаметром до 20 м) возвышение с руинами прямоугольных построек. Его опоясывают две стены — сплошная и прерывистая [Philip, Karakhanian, 1999]. Последняя, как и отдельные укрепления ниже по склону, закрывала проходы в скальных выступах лавового потока. Все они сложены из несцементированных обломков лавы и, вероятно, изначально были невысокими, лишь прикрывая

стрелка, стоящего в рост. Внутри стен и по соседству находятся небольшие курганы с каменными ящиками внутри. В одном из них найдено бронзовое изделие, отнесённое к ПБВ.

«Нижний город» образован несколькими десятками прямоугольных построек с двойными стенами, края которых сложены из крупных обломков лавы, плотно пригнанных друг к другу без цемента, а внутреннее пространство забутовано. К этим постройкам примыкают «дворы», окружённые одинарными, реже двойными стенами (см. рис. 44, 45). «Дворы» имеют форму овалов или прямоугольников с округлёнными углами. Возможно, прямоугольные постройки являются остатками жилых помещений типа полуземлянок, а «дворы» использовались для скота. Между остатками прямоугольных построек и «дворов» возвышаются (за счёт насыпанного при углублении помещений грунта) «улицы», ширина которых достаточна для проезда повозки.

Наиболее детально было обследовано помещение у западного края «города» (1 на рис. 44). Оно представляет собой прямоугольник с округленной северной стеной, удлинённый в близком к меридиональному направлении (рис. 46). Внутренние размеры помещения 17×10 м. В стенах видны два входа: близ юго-восточного и северо-западного углов. Второй вход ведёт в овальный «двор», который, в отличие от самой постройки, не углублен в первичную поверхность, и к нему из постройки вели сту-



Рис. 45. Развалины «нижнего города» Гегаздора, вид с юга, с лавового потока

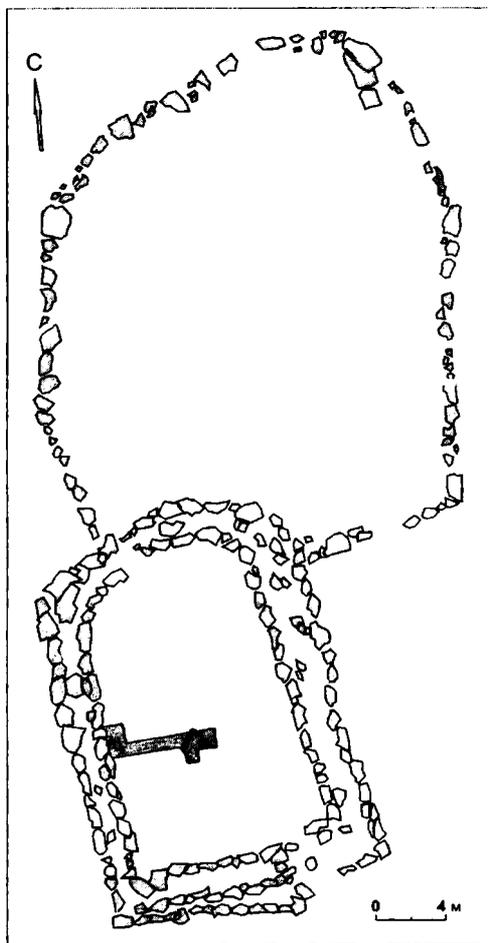


Рис. 46. План постройки 1 в «нижнем городе»; показаны: положение канавы и вскрытой части углубления в центре постройки (составлено с участием А. Авагяна)

лени. Такое сочетание постройки и «двора» типично для «нижнего города». Но здесь «двор» имеет форму амфитеатра, повышающегося на северо-восток. Возможно, он был местом собраний или отправления культа, что согласуется с большими размерами постройки и «двора» и тем, что «двор» окружён менгирами – вертикально стоящими глыбами лавы (см. рис. 45).

От западной стены к центру помещения была прорыта канава, углублённая шурфами близ стены и в центре до 1,3 м (рис. 47). Она вскрыла следующий разрез (снизу вверх):

- 1.1. Палевые суглинки без культурных остатков с редкими камнями диаметром <15 см; вскрытая мощность — до 60 см. Кровля слоя представляет собой ровную поверхность, покрытую слоем мелкого щебня и гравия мощностью 3–5 см. В центре помещения в поверхности слоя вырыта яма с крутыми стенками глубиной до 55 см. Насколько можно судить по вскрытой части, яма была четырёхугольной с округлёнными углами. Она начинается в центре помещения и продолжается оттуда к южному входу. Ширина ямы — 1,4 м; длина — $\geq 1,7$ м.
- 1.2. Культурный слой, линзами сохранившийся на дне ямы; мощность линз до 10–15 см. Это обогащённые органикой супесь и суглинков с редким мелким щебнем, мелкими обсидиановыми отщепами, обломками серой и красной плохо обожжённой лепной керамики без рисунка, обломками костей, измельчёнными и непрочными. Из линзы возле северо-восточной стенки ямы получена радиоуглеродная дата 4530 ± 100 лет [3367–3089 гг. до н. э.] (ГИН-10995), из линзы возле юго-западной стенки ямы — 4320 ± 40 лет [2922–2892 гг. до н. э.] (ГИН-11651), а из линзы на дне ямы — 4300 ± 70 лет [3092–2701 гг. до н. э.] (ГИН-9339).
- 1.3. Переменный по мощности (0–20 см) культурно-почвенный слой, залегающий возле западной стены помещения вне ямы на покрытой мелким щебнем поверхности слоя 1.1. Это богатый органикой тёмно-серый суглинок с редкими и мелкими обломками грубой керамики того же типа, что в слое 1.2, и обсидиана. Радиоуглеродная дата слоя — 4290 ± 40 лет [2916–2883 гг. до н. э.] (ГИН-11648). Этот слой в качестве палеопочвы уходит под кладку западной стены. Здесь непосредственно под камнями кладки из него получена дата 4350 ± 60 лет [3025–2900 гг. до н. э.] (ГИН-11647). В 1,5 м севернее, из другой линзы палеопочвы под кладкой стены, получена дата 4040 ± 60 лет [2623–2471 гг. до н. э.] (ГИН-11646).
- 1.4. Внутренняя часть западной стены помещения, сложенная из хорошо подогнанных друг к другу андезитово-базальтовых камней и глыб, уплощённых со стороны помещения. Сохранившаяся высота стены — 1,3 м.
- 1.5. Обогащённая органикой супесь с многочисленными гравием, щебёнкой и угловатыми камнями разного размера (до глыб в десятки сантиметров); мощность от 30–50 см у западной стены до 70–80 см в центре над ямой. Камней больше возле стены, и там они крупнее, так что можно полагать, что значительная часть камней — продукт разрушения стены, к которой слой приклонён. Много обломков неорнаментированной лепной посуды и обсидиана. В центральном шурфе найден обломок чёрного сосуда с узором, характерного, по мнению А. Пилипосяна, для «зрелой» фазы триалетской культуры эпохи средней бронзы — XXII/XXI–XIX/XVIII вв. Нижняя граница слоя резкая и неровная, тогда как верхняя граница менее чёткая и плавно понижается к центру помещения. Из разных мест нижней части слоя там, где он

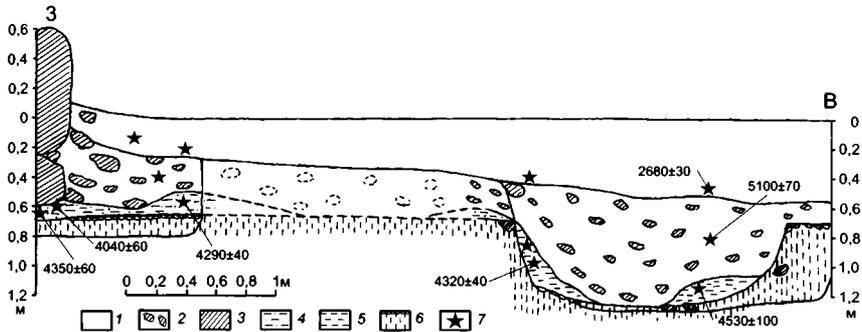


Рис. 47. Разрез канавы в постройке 1 нижнего города

1 — верхний суглинок с культурными остатками и почвенным слоем в кровле; 2 — переложённый суглинок и супесь с камнями («коллювиальный клин»); 3 — каменные блоки стены постройки; 4 — палеопочва; 5 — переложённый суглинок, обогащённый органикой и культурными остатками; 6 — супесь без культурных остатков; 7 — места отбора радиоуглеродных проб

заполняет яму в слое 1.1, получены радиоуглеродные даты 5100 ± 70 лет [3880–3800 гг. до н. э.] (ГИН-10996), 4400 ± 70 лет [3101–2911 гг. до н. э.] (ГИН-11655), 3690 ± 160 лет [2308–1878 гг. до н. э.] (ГИН-9338) и 3020 ± 40 лет [1372–1213 гг. до н. э.] (ГИН-11663).

- 1.6. Обогащённая органикой супесь с гравийными обломками и редким рассеянным мелким щебнем; мощность возрастает от 15–20 см возле стены до 30–40 см в центре помещения. По-видимому, представляет собой несколько вложенных одна в другую культурных линз. Obsидиановые отщепы, обломки костей, красной и серой плохо обожжённой керамики, которая, по мнению Р. Бадаляна, представляет собой местный вариант посуды урартского и более позднего античного времени (от VII–VI вв. до н. э. до первых веков н. э.). Проба, взятая из самой нижней части слоя в центре помещения, дала радиоуглеродный возраст 2680 ± 30 лет [836–805 гг. до н. э.] (ГИН-10997), а чуть выше — 2060 ± 90 лет [176 г. до н. э. — 28 г. н. э.] (ГИН-11656). Из вложенной более молодой линзы у стены помещения получена дата 1090 ± 40 лет [898–996 гг. н. э.] (ГИН-11657).
- 1.7. Современный почвенный слой, связанный со слоем 1.6 постепенным переходом; мощность возрастает от 10 см возле стены до 20 см в центре. Слой сильно обогащён органикой из-за скота, который пригоняли сюда в течение длительного времени.

Позднее в помещении 1 был выкопан ещё один шурф, который показал, что в слое 1.5 различаются два обогащённых камнями слоя или линзы, меж-

ду которыми залегает культурный слой без крупных камней. Из него получена радиоуглеродная дата 3550 ± 100 лет [-2000–1700 гг. до н. э.] (ГИН-13519), которая, вместе с прежней датой ГИН-11663 [1372–1213 гг. до н. э.], позволяет отнести эту часть слоя 1.5 к эпохам средней и поздней бронзы (СБВ и ПБВ). Неясно, когда была сооружена яма в основании помещения, но она использовалась в период куроарақсқой культуры (КУАК, эпоха ранней бронзы), поскольку заполняющие яму культурные линзы 1.2 имеют радиоуглеродный возраст зрелой фазы КУАК и не могут быть остатками естественной палеопочвы, располагаясь гипсометрически ниже её поверхности. Этого нельзя сказать о палеопочве 1.3. «Беденский» (переходный между ранней и средней бронзой) возраст её самой молодой части даёт нижний предел времени сооружения стен помещения.

Таким образом, удалось выявить следы обитания с начала бронзового века до средневековья и позднее, после разрушения помещения, до современности. Стены помещения, вероятно, были возведены в СБВ и в дальнейшем дважды разрушались — в течение или после СБВ и после ПБВ. Скопления камней внизу и сверху слоя 1.5 более всего напоминают коллювиальные клинья, возникающие при сильных землетрясениях в зоне разлома и в данном случае сложенные камнями обвалившихся стен. Такое происхождение слоя 1.5 объясняет появление в нём фрагментов более древней палеопочвы и керамики (аналогичная ситуация наблюдалась в Фиолетовской впадине зоны Памбак-Севанского разлома — см. раздел 1.3.4). Поскольку в перекрывающем слое 1.6 встречена только урартская и более поздняя античная керамика, а радиоуглеродная дата самой нижней части слоя 1.6 близка ко времени урартского завоевания, можно допустить, что вторая из сейсмических катастроф совпала с этим событием.

Шурфы в двух других помещениях (2 и 3 на рис. 44) уточнили картину разрушений [Трифонов, Караханян, 2004]. В помещении 2 в нижней части культурного слоя над коллювиальным клином получена радиоуглеродная дата 2470 ± 40 лет [760–520 гг. до н. э.] (ГИН-11650), что подтверждает синхронность клина и урартского завоевания. В помещении 3 коллювиального клина не обнаружено, но есть следы перестройки или восстановления в виде забутовки пола камнями. Культурный слой под полом охарактеризован радиоуглеродной датой 3200 ± 80 лет [1530–1400 гг. до н. э.] (ГИН-9914), а слой над полом — датой по углю 3080 ± 40 лет [1404–1311 гг. до н. э.] (ГИН-9913). Возможно, возраст пола, «зажатый» между двумя датами, отмечает разрушение при первом из сейсмических событий, зафиксированных нижним клином в помещении 1. В таком случае первое из двух землетрясений имело место в начале ПБВ.

В шурфе, вырытом на возвышении между постройками в 80 м восточнее постройки 1 (6 на рис. 44), под почвенным слоем 6.1 (20 см) сверху вниз залегают:

- 6.2. Светло-бурая хорошо сортированная супесь без видимой слоистости, с редкими камнями разных размеров и ещё более редкими обломками костей, грубой керамики (главным образом в нижней части) и мелкими осколками обсидиана; 70 см.

- 6.3. Линзовидный слой мощностью 15–20 см уплощённых камней до 15 см в наименьшем (вертикальном) сечении. Камни лежат в супесчаном матриксе. На продолжении образуемой ими линзы и над ней в виде линзовидного слоя до 10 см залегает супесь, сходная с вышележащей, но содержащая обломки грубой керамики и мелкие кусочки и примазки древесного угля. Уголь из слоев 6.3–6.4 дал радиоуглеродный возраст 3200 ± 120 лет [1623–1371 гг. до н. э.] (ГИН-12321).
- 6.4. Такая же супесь с мелкими камнями, обломками костей, обсидиана и керамики, среди которой, наряду с грубой, изредка встречаются образцы чёрной и красной лощёной посуды эпохи поздней бронзы; до 10 см.
- 6.5. Супесь бурая, менее сортированная, чем в слое 6.2; 30 см. Многочисленные мелкие камни, реже обломки костей и керамики и обсидиановые отщепы. Мелкие обломки и примазки древесного угля. В верхней части найден обломок красного расписного сосуда среднебронзового возраста, а ниже — несколько фрагментов красноватой лещеной посуды с примесью измельчённого обсидиана, характерной для КУАК.

Слои 4 и 5 содержат культурные остатки, вероятно выбрасывавшиеся за пределы жилых помещений в период их функционирования. Слой 6.3 может отвечать катастрофическому моменту их разрушения (и пожара?) при землетрясении и/или вражеском нашествии и, таким образом, может быть синхронен слою 1.5 помещения 1. Скудость археологических остатков и хорошая сортировка супеси 6.2 дают основание предположить, что она является продуктом разрушения глиняных частей стен соседних построек после того, как жизнь поселения прекратилась в результате указанного бедствия.

В 2005 г. вблизи шурфа 6 Р. Бадалян и его сотрудники сделали и изучили раскоп, вскрывший стену соседнего помещения и его внутреннюю часть. Полученный археологический материал указывает на возведение стены в СБВ и функционирование помещения в СБВ, ПБВ (?) и урартско-ахеменидскую эпоху с VII–VI вв. до н. э. В стене обнаружены следы возможного разрушения и последующего восстановления.

Меньшие по размерам поселения и фортификационные сооружения того же типа обнаружены нами у современного с. Ахпюрадзор, на северном и западном подножиях вулкана Порак и на восточном берегу оз. Алагель (см. рис. 41). Все они характеризуются сочетанием цитадели или сторожевой башни на холме и неукрепленного поселения у его подножий. Во всех поселениях постройки типа прямоугольных полужемлянок с двойными стенами и иногда углублённым полом сочетаются с «дворами» разной формы. В одной из построек поселения, расположенного южнее с. Ахпюрадзор (3 на рис. 42), был отрыт шурф глубиной 1,1 м, не достигший подошвы культурных слоев. На глубине чуть >1 м была получена радиоуглеродная дата 2580 ± 100 лет [827–543 гг. до н. э.] (ГИН-10998). В другом поселении у западного края лавового потока над современным с. Ахпюрадзор найдена керамика, отнесённая Р. Бадаляном к эпохе средней бронзы. Вместе с тем на

всех поселениях найдена позднеурартская–ахеменидская керамика VII–IV вв. до н. э., а некоторые поселения сохранили следы и более позднего обитания, до Средневековья.

Новые данные о возрасте сейсмических событий получены в 2004–2005 гг. в четырёх дополнительных канавах, вскрывших зону Ханарасарского разлома в 3 км южнее с. Субатан. На расстоянии до 5 м друг от друга там выявлены две почти вертикальные ветви разлома с понижением между ними. Северо-восточная ветвь нарушила каменную стену, сохранившееся основание которой примыкает к кургану. Грунт среди камней стены, представляющий собой почвенный слой, который существовал до её возведения, дал радиоуглеродную дату 4100 ± 40 лет (ГИН-13520) [–2750–2550 гг. до н. э.], а почвенный слой над камнями кладки, сформированный после разрушения стены, — 1150 ± 50 лет (ГИН-13521) [–850–950 гг. н. э.]. Различие дат слишком велико, чтобы уточнить возраст сейсмического события. Юго-западная ветвь разлома рассекла каменный курган, в котором находились два захоронения с предметами ПБВ. Палеопочва, перемешанная с камнями основания кургана, дала радиоуглеродный возраст 3340 ± 60 лет [1655–1495 гг. до н. э.] (ЛУ-5697), подтверждающий датирование землетрясения началом ПБВ.

Итак, «нижний город» главного поселения и мелкие поселения по соседству с ним возникли в СБВ, хотя в главном поселении есть и следы более раннего обитания (эпохи КУАК). Они продолжали существовать в ПБВ и, возможно, эпоху раннего железа. Найдены также следы обитания в позднеурартскую–ахеменидскую эпоху VII–IV вв. до н. э., а местами и позднее, вплоть до Средневековья. Сооружения «нижнего города» разрушались дважды: в начале ПБВ и после него. На сейсмическую природу разрушений указывают разрезы канав в зоне разлома. Судя по возрасту слоёв непосредственно над следами второго разрушения, оно примерно совпало по времени с урартским завоеванием.

Нет доказательств столь же длительного функционирования «цитадели» главного поселения. За ней на поверхности лавового потока обнаружены многочисленные загоны для скота. «Цитадель» и естественный рельеф лавового потока обеспечивали безопасность загонов, и они могли использоваться населением при возникновении военной угрозы. По разлому Ханарасарской зоны стена «цитадели» смещена на величину до 1,8 м вправо и до 0,8 м по вертикали (см. 4 на рис. 44), что могло произойти при землетрясении с $M_S = 7,2$. Именно оно пришлось на время урартского нашествия и могло спровоцировать извержение лав III генерации. С этим согласуется следующий факт. Помимо поселений и некрополей в районе обнаружены протяжённые реликты невысоких стен. У восточного берега оз. Алагель они построены на лавях I и II генераций. Вблизи лавового потока III генерации такая стена прерывается и продолжается по другую сторону потока (точки IV и IV' на рис. 41). На его поверхности такие сооружения отсутствуют.

Представленные археологические, сеймотектонические и вулканические проявления вполне могут рассматриваться как подтверждение текста Хорхросской клинописи и позволяют предположительно отождествить главное

поселение описанного комплекса с Бехурой. Скорее всего, роковое значение для оборонявшихся от войска Аргишти I имело извержение не самого Порака, а вулканического центра к СЗ от него, удалённого от предполагаемой Бехуры всего на 4 км (3 на рис. 42). Его излившаяся лава почти достигла поселения на правом склоне речной долины в 1,5 км южнее с. Ахпюрадзор (см. рис. 41).

Таким образом, произошедшая сейсмическая и вулканическая катастрофа разрушила Бехуру и другие поселения, вызвала гибель людей и способствовала победе урартских войск Аргишти I и Сардура II. После урартского завоевания «цитадель» Бехуры не восстанавливалась, а «нижний город» возродился. В настоящее время Порацкий участок Ханарасарского разлома находится в стадии длительного сейсмического затишья. О его высоком вулканическом потенциале свидетельствуют термальные источники с температурой до 65° С (Джермук, Истису), удалённые от вулканов Порака на 15–20 км.

2.1.3. Вулканические извержения зоны Ханарасарского разлома в истории становления армянского этноса

Территория Армении примыкает с севера к области развития древнейшего земледелия. Не без её культурного воздействия здесь достаточно рано сформировались основы производящей экономики. Развитие цивилизации на территории Армении явилось продуктом сложного взаимодействия социальной, технической и экономической эволюции местного населения с проникновением и культурным воздействием иноэтнических групп как с юга, так и с севера. Их ассимиляция привела в конечном счёте к формированию армянского этноса. Прояснить эти сложные взаимодействия можно лишь на фоне рассмотрения культурной эволюции всего Закавказья в течение голоцена.

Исследователи относят распад протокавказской языковой общности на западную и восточную ветви к VI–V тысячелетиям до н. э. Представители этой общности населяли Закавказье, Северную Месопотамию и Северо-Восточное Присредиземноморье. Племена западной ветви проникли в Центральную Анатолию и Юго-Восточное Причерноморье (хатты) и далее на север до Северо-Западного Предкавказья, где сходные черты обнаружены в майкопской культуре второй половины IV — начала III тысячелетия до н. э. [Клейн, 1990]. Западное Закавказье демонстрирует пример длительного унаследованного культурного развития, дающего возможность считать современных представителей западно-кавказской языковой семьи, абхазов и адыгов, реликтами создателей этих древних культур.

Что же касается Центрального и Восточного Закавказья, т. е. бассейнов Куры и Аракса, то здесь в течение неолита и бронзового века происходили сложные культурные изменения, вероятно обусловленные взаимодействием этнически разнородных групп.

Керамический неолит Армении представлен находками из Хатунарха и Цахнунка. Они отождествляются с культурой «шулавери-шомутепе» в долинах среднего течения Куры и её притоков. На поселении Шому-Тепе на р. Акстафа найдены первые убедительные признаки земледелия. Крупные поселения бассейна Куры располагались в речных долинах и сейчас образуют искусственные холмы, получившие в разных языках название телль, блур, тепе или гора. Многие из них многослойны и демонстрируют переход от неолита к энеолиту [Мунчаев, 1982]. Памятники энеолита обнаружены и в бассейне Аракса (Арагатская долина, Нахичевань, Мильско-Карабахский регион, Муганская степь).

На основе сходных черт археологического материала из разных горизонтов указанных поселений с памятниками убейдской, халафской, хассунской культур, материалами Хаджилара, Чатал Хююка, Джармо, Сиалка и Джейтуна на Ближнем и Среднем Востоке неолит бассейна средней Куры отнесён к концу VII и к VI, а энеолит — к V и первой половине IV тысячелетия до н. э. [Кушнарёва, 1993]. Древнейшая радиоуглеродная дата, полученная из неолитических слоёв Шому-Тепе — 7510±70 лет [6430–6250 г. до н. э.]. Другие определения оказались моложе. Как показатель возраста энеолита приводится дата 5775±90 лет [4720–4520 г. до н. э.] из нижнего горизонта поселения Кюль-Тепе в окрестностях г. Нахичевани [Кушнарёва, 1993]. Незначительные по мощности культурные отложения комплекса Сиони относятся к позднему энеолиту и по ряду признаков занимают промежуточное положение между ним и ранней бронзой. В Армении к этому комплексу относятся поселения Техут, Ксях-Блур и, вероятно, нижние горизонты Шенгавита и Мохра-Блура. Наиболее точным определением возраста комплекса можно считать дату поселения Бериклдееби в Шида Картли — 4955±55 лет (A-6408, Аризонский университет), которая после калибровки (σ_2) дала 3820–3640 г. до н. э. [Badaljan et al., 1992]. С ним параллелизуются позднехалколитические слои на поселениях районов оз. Урмия, оз. Ван и г. Муш на востоке Турции. Здесь, на поселении Пиждели-Тепе, получены радиоуглеродные даты, указывающие на первую половину IV тысячелетия до н. э.

Одновременно с земледельческими культурами неолита, энеолита и, возможно, ранней бронзы в горах к югу от оз. Севан развивались скотоводческие культуры с использованием продуктов охоты. Они представлены петроглифами Сюникского, Варденисского и Гегамского нагорий, о которых говорилось в предыдущих разделах.

Подлинный расцвет производящей экономики, и особенно земледелия начинается в Центральном и Восточном Закавказье в период ранней бронзы и представлен куро-аракской культурой (КУАК), сформировавшейся на базе местного земледельческого позднего энеолита [Кушнарёва, 1993]. КУАК охватывает те же территории и выходит за их пределы в Восточном Азербайджане, Дагестане и Восточной Турции, где достигает окрестностей городов Малатья и Элязиг. На поздней стадии КУАК распространяется в район оз. Урмия, а также в Восточное Присредиземноморье, где развива-

ется близкая к ней керамика и архитектура «кирбет-керакского типа». В основных районах распространения КУАК — бассейнах Куры и Аракса — существенно возрастают по сравнению с энеолитом количество, плотность и размеры поселений. Большая мощность слоёв указывает на длительность обитания. Возникает иерархия поселений, при которой вокруг крупных населённых пунктов (до 12 га в Ариче на Ширакском плато) группируется по несколько средних (3–5 га) и большое число мелких (до 1,5 га). В поселениях сооружаются культовые постройки или центральные площади со святилищем (как в горизонте III Мохра-Блура), мощёные улицы, общественные зернохранилища.

Для определения возраста архаичной стадии КУАК Р. С. Бадалян [1996] считает наиболее точными данные из нижних горизонтов Хоромы — XXXV–XXX вв. до н. э. при 2σ (определения AA-7767 и AA-10191), а для зрелой стадии данные из верхних слоёв Мохраблура — XXIX–XXVI вв. до н. э. при 2σ (определение GrN-8177). Для заключительной стадии КУАК Р. С. Бадалян приводит определения из шенгавитского комплекса в Карнуге (AA-7787) и Шенгавите (LE-672). При 2σ они дают XXVI–XXII вв. до н. э. Близкие даты получены нами в ходе палеосейсмогеологических работ на памятнике Фиолетово восточнее г. Ванадзора (см. раздел 1.2.3). Здесь на вершине и склонах холма, расположенного на южном берегу р. Актеф, производились медные разработки, а у южных подножий холма, вероятно, находилось поселение. Как на склонах холма (частично чередуясь с рудными отвалами), так и в канаве, вскрывшей южное основание склона, обнаружены культурные линзы, содержащие, по определениям П. Аветисяна и Р. Бадаляна, керамику поздней КУАК [Philip et al., 2001]. Радиоуглеродные определения (ГИН-9917) из привершинной части холма дали 3940±90 лет [2500–2300 гг. до н. э.] (уголь) и 3900±120 лет [2500–2200 гг. до н. э.] (щелочная вытяжка органики).

Определения, характеризующие позднюю стадию КУАК, получены также из поселений района оз. Урмия и Восточной Анатолии. Даты из Геой-Тепе (слой К-3) и Яник-Тепе относятся там ко второй половине III тысячелетия до н. э. Тот же возрастной диапазон охватывают верхние горизонты Пулура, поселения Куруджу-Тепе и Тепеджик в районе Малатьи и Элязига [Кушнарёва, 1993]. Возраст поздней стадии КУАК совпадает с возрастом древнейших триалетских (беденских) курганов, относимых уже к эпохе средней бронзы.

Важные перемены в культурной эволюции Южного Кавказа произошли во второй половине III тысячелетия до н. э. на границе раннего и среднего бронзового века. В пределах прежнего основного ареала КУАК сформировались триалетская, а затем кармир-бердская и кизыл-ванкская культуры. Все они представлены главным образом материалами могильников (некрополей), преобладавших над поселениями, количество которых и мощность наслоений резко сокращаются по сравнению с КУАК. Так, среди обнаруженных памятников кармир-бердской культуры, по данным А. Е. Симоняна, на одно поселение приходится четыре могильника. Доля могильников среди памятников особенно велика в триалетской культуре и уменьшается в кизыл-ванкской.

Преобладание захоронений при резком уменьшении числа поселений, во-первых, позволяет предполагать уменьшение численности населения и, во-вторых, указывает на изменение их экономического уклада — возрастание роли скотоводства. Изменяется обряд погребения — доминируют курганы, иногда со сложными сооружениями и богатым инвентарём. Это свидетельствует о социальном и имущественном расслоении общества, достигшем максимума в заключительную «цветущую» фазу триалетской культуры. Ещё одна общая черта всех трёх культур — расписная керамика разного стиля. Она сосуществует с чернолощёной и грубой «кухонной» посудой. Начал использоваться гончарный круг. Заметен прогресс в производстве металлических и ювелирных изделий.

Вывод о сокращении численности населения на границе ранней и средней бронзы основан на изучении Араратской долины и других сельскохозяйственных районов КУАК. Но он не подтверждается на территории Варденисского и Сюникского нагорий между оз. Севан и г. Сисиан, где плотность населения, по-видимому, возросла по сравнению с эпохой КУАК. Об этом можно судить не только по обилию курганов, но и по появлению крупных некрополей и таких религиозно-погребальных комплексов, как Зорац-Карер. Расширяются небольшие прежние поселения и строятся новые. К их числу, помимо описанной выше «Бехуры», относятся ряд мелких поселений вблизи неё и возле севанского побережья и крупное среднебронзовое поселение возле дер. Уз в 3 км восточнее г. Сисиана.

Согласно приводимым К. Х. Кушнарёвой [1993] радиоуглеродным датировкам, беденская фаза триалетской культуры имеет возраст от конца III тысячелетия до XVII в. до н. э. Однако на территории Армении и Карабаха её датируют лишь концом III тысячелетия, точнее, XXVI–XXII вв. [Аветисян и др., 1996]. Соответственно, «цветущая» фаза триалетской культуры, представленная курганами триалетско-кириваканской группы, приходится на конец III — начало II тысячелетия до н. э. не позднее XVIII в.

Ареал кармир-бердской культуры охватывал всю территорию современной Армении и соседние части Грузии и Азербайджана до р. Куры. Наиболее густо памятники этой культуры распространены в Араратской долине. Для их характеристики и стратификации особенно важны обширные могильники Кармир-Берда, Верин-Навера, Элара, Арича и Лчашена. Наряду с ними кармир-бердские слои обнаружены на поселениях в Мецаморе, Джраовите, Айгеване, Эчмиадзине, Хатунархе, Гарни, Ариче, Лчашене, а также Узерлик-Тепе у восточных подножий Карабаха. Севано-узерликская группа памятников [Мартиросян, 1964] характеризуется теми же основными чертами, что и кармир-бердская культура, и выявлена в том же, хотя и несколько суженном ареале. Совершенствование керамики и металлообработки указывает на более молодой возраст северо-узерликской группы. На ряде поселений севано-узерликские слои залегают выше кармир-бердских, а на поселениях Айгеван, Мецамор, Джраовит, Муханнат-Тапа, Гарни и в некоторых погребениях Кармир-Берда их изделия встречаются совместно.

Стратиграфические соотношения памятников указанных среднебронзовых культур с триалетской на территории Армении указывают на их более молодой возраст. Это подтверждается радиоуглеродными датами нижних слоёв поселения Хором на северном склоне Арагаца, относимых к кармир-бердской культуре (XVII в. — первая половина XVI в.), и соседних ранних погребений (вторая половина XVI в. — первая половина XV в. до н. э.) [Аветисян, Бадалян, 1996]. Вместе с тем выделение архаичной стадии кармир-бердской культуры, совмещавшей её черты с элементами КУАК, дало основание К. Х. Кушнарёвой [1993] относить её зарождение к границе III и II тысячелетий до н. э. или концу III тысячелетия. Таким образом, кармир-бердская культура не только следовала за триалетской, но и частично замещала её. Верхний предел возраста севано-узерликских памятников — XVII–XV вв. до н. э.

Кизыл-ванская культура выделена на левобережье Аракса в районе Нахичевани и представлена могильниками и поселениями. К числу открытых поселений относятся Кизыл-Ванк, Кюль-Тепе I, Шор-Тапа с среднебронзовым культурным слоем 2–3 м. Наряду с ними существовали укрепленные поселения. Это прежде всего Кюль-Тепе II с культурным слоем до 4,5 м, внутренней цитаделью, мощёной улицей, прямоугольными домами, культовыми и производственными помещениями. В 5–6 км западнее него находятся соляные копи с керамикой того же возраста, где в древности было добыто ~11000 т соли. Памятникам кизыл-ванской культуры аналогичны поселения Хафтаван-Тепе (слой VIB) и Геой-Тепе (слой D) возле оз. Урмия, которые существовали между 1900 и 1550 г. до н. э., одновременно с кармир-бердской культурой [Кушнарёва, 1993]. Сравнение памятников позволяет рассматривать кизыл-ванскую культуру как периферию обширного культурного ареала, продолжавшегося в Северо-Западный Иран.

На смену среднебронзовым культурам с конца XVI в. приходит лчашен-мецаморская культура ПБВ. Она полностью вытесняет их к середине XV в. и представлена разнообразными свидетельствами материальной и духовной культуры, и прежде всего каменными постройками поселений и могильниками, где над каждой могилой возведена кучка камней, окружённая кромлехом. Можно допустить, что лчашен-мецаморская культура постепенно распространялась из Присеванья, где она имела скотоводческую ориентацию, в более западные районы Армении. Она проникала в Арагатскую долину, где есть очевидные свидетельства того, что её носители стали заниматься не только скотоводством, но и земледелием. Вырос уровень ремесла. Богатейший памятник этой культуры — Мецамор. Здесь обнаружены следы горнообогатительного, металлургического и керамического производства; выявлены импортные изделия; найдены остатки астрономической наблюдательной площадки. К этой же культуре относятся средние горизонты поселения и погребения Хором, датируемые второй половиной XV в. — первой половиной XIII в., а также XI–VIII вв. до н. э. [Аветисян, Бадалян, 1996].

Поселения лчашен-мецаморской культуры продолжали существовать в эпоху раннего железа вплоть до урартийских завоеваний и были (по крайней мере частично) разрушены ими. В горизонтах VIII–VII вв. до н. э. по-

селения Лори-Берд возле г. Степанавана много урартского импорта, но нет следов разрушений. В более южных районах завоевателям оказывалось, по-видимому, ожесточенное и длительное сопротивление, для подавления которого понадобился ряд походов, о победоносных результатах которых мы узнаём из упоминавшихся текстов Аргишти I (787–766 гг. до н. э.) и Сардури II (765–733 гг.).

В Мецаморе момент завоевания отмечен повсеместным разрушением и пожаром. Две пробы из слоя пожара дали возраст 2750 ± 110 лет и 2750 ± 40 [915–836 гг. до н. э.] (ГИН-9340 и ГИН-9341). Тот факт, что полученное определение древнее исторической даты события, видимо, объясняется тем, что сгоревшие конструкции сооружались несколькими десятилетиями раньше. На месте некоторых прежних поселений, в частности в Мецаморе и на юге Севана, были воздвигнуты урартские крепости, которые, в отличие от предыдущих, сложены из хорошо отёсанных каменных блоков. Урартская культура представляла более развитое общество. Это проявилось в строительной технике, качестве керамики, лощёной и изготовленной на гончарном круге, и в самом факте существования централизованного государства Урарту, тогда как прежде население группировалось вокруг многих поселений, вероятно, по родоплеменному принципу.

Государство Урарту было ослаблено ассирийцами в результате походов Тиглатпаласара III в 735 г. и Саргона II в 714 г. до н. э. и оказалось в зависимости от победителей. После разгрома Ассирии мидянами и вавилонянами (612 г.) Мидия в 590 г. окончательно сокрушила Урарту. Эти политические события привели к тому, что урартийцы утратили гегемонию в Армении и слились с местным протоармянским населением в древнеармянскую этническую общность. Она впервые заявила о себе как государственным образованием, союзном с персами, в 550 г. до н. э., когда Тигран I разделил с Киром II победу Ахеменидской державы над Мидией. В течение нескольких веков консолидация армянского этноса происходила в условиях фактической или формальной зависимости от Ахеменидов и позднее Селевкидов. При Арташесе I (200–159 гг. до н. э.) новое государство стало независимым и распространилось на всё Армянское нагорье. Наибольшего могущества оно достигло при Тигране II (95–56 гг. до н. э.).

В длительной истории становления армянского этноса и государства выделяются две культурные традиции — исходно земледельческая и исходно скотоводческая, носителями которых, возможно, были этнически разнородные группы. Обособление двух традиций не означает полного противопоставления хозяйственной деятельности. Речь идёт именно об истоках — изначальной ориентации хозяйства и соответствующем ему образе жизни.

Земледелие в речных долинах Армении возникло вокруг стационарных поселений в эпоху керамического неолита и энеолита не без влияния земледельческих культур «Плодородного полумесяца» (см. гл. 3). КУАК эпохи ранней бронзы развивается с середины IV тысячелетия до н. э. на базе местных земледельческих традиций. Возрастает число поселений и, очевидно, численность населения. Сначала они прогрессируют в долинах рек, затем распро-

страняются в предгорья и на низкогорные плато. С середины III тысячелетия, в заключительную фазу КУАК, важным становится фактор обороны, поселения строятся в труднодоступных местах и укрепляются. С этого времени оборонительные сооружения фиксируются во всех культурах региона. Во второй половине III тысячелетия, на рубеже ранней и средней бронзы, число земледельческих поселений уменьшается, хотя они продолжают существовать в традиционных экологических нишах. Сокращается и скорость накопления культурных слоёв на поселениях, что свидетельствует о сокращении там численности населения. Новый расцвет земледелия приходится на ПБВ.

Древнейшая выявленная исходно скотоводческая культура на территории Армении представлена II генерацией петроглифов в горах южнее Севана. Она датирована концом V — началом IV тысячелетия до н. э., т. е. энеолитом, но могла продолжаться и в начале эпохи бронзы. Наряду со сценами охоты, изображениями рогатого скота в сопровождении пастуха и собаки, а также запряжённых волами двуосных повозок со сплошными колёсами, присутствуют редкие изображения лошадей, всадников на лошадях и повозок на колёсах со спицами (см. рис. 39). Использование лошади придавало создателям петроглифов, вероятно не строившим стационарных поселений, высокую мобильность.

Следующая волна широкого распространения скотоводства в Центральном Закавказье приходится на эпоху средней бронзы. Об этом свидетельствует и резкое преобладание могильников над поселениями на фоне сокращения числа последних, и тот факт, что в могилы рядом с покойниками укладывались части туш жертвенных животных. Такое преобладание ярче сказалось на севере прежнего ареала КУАК, тогда как на юге (в области кизыл-ванкской культуры) оно не столь заметно. Распространение скотоводства сопровождалось интенсивным расслоением общества. О важных технических новшествах и изменениях в жизненном укладе мы судим по оформлению и содержанию крупных курганов, где погребены родоплеменные вожди и их ближайшее окружение. Что же касается прочих членов общества, то их жилища, инвентарь и быт мало отличались от таковых КУАК, кроме оттока населения для обслуживания отгонного скотоводства. Социальное расслоение достигло максимума в «цветущую» стадию триалетской культуры. О нём можно судить по невиданным до того размерам (и соответственно трудоёмкости изготовления) и богатству курганов вождей племён и племенных союзов.

С появлением лчашен-мецаморской культуры связан некоторый «откат» в степени социальной расслоённости общества. Во всяком случае, столь же богатых захоронений (или жилищ соответствующего ранга) в слоях этой культуры не найдено. В областях более раннего распространения культуры (горных районах к югу от Севана) отчетливо проявляется её исходная скотоводческая ориентация. Она сохраняется в горных районах до эпохи урартских завоеваний. Так, согласно одной из надписей урартского царя Аргишти I, в результате похода в страну Эриахи он угнал оттуда «1104 коня, 35 015 голов крупного и 100...1829 (101 829 ?) голов мелкого рогатого скота»,

а через 10–20 лет царь Сардури II после двух походов в ту же Эриахи угнал соответственно 412 и 1613 коней, 6665 и 16 529 голов крупного рогатого скота, 25 375 и 37 685 голов мелкого рогатого скота [Меликишвили, 1960]. Получается, что всего за столь небольшой срок было угнано более 3100 лошадей, более 58 тыс. голов крупного и 160 тыс. голов мелкого рогатого скота. По расчетам Б. Б. Пиотровского эти величины ещё больше. Учитывая, что понятие «страна» примерно соответствовало по размерам административному району бывшей Армянской ССР, интенсивность и продуктивность скотоводства были очень высокими. Вместе с тем, распространившись в Араратскую долину, носители лчашен-мецаморской культуры усвоили от местного населения и развили навыки эффективного земледелия и разнообразных ремёсел. Распространение культуры, вероятно, сопровождалось ростом населения. На это указывает рост числа захоронений в некрополе Хорема, где с середины XV в. до н. э. оно возрастает на порядок [Аветисян, Бадалян, 1996].

Этническую и языковую принадлежность упомянутых культур можно обсуждать сугубо гипотетически, за исключением урартской культуры, определённо восходящей к урартской ветви хуррито-урартской языковой группы. Г. Вильхельм [1992] рассматривал урартский язык как отделившийся от хурритского ещё в III тысячелетии до н. э., а И. М. Дьяконов [1995] считал его поздним диалектом хурритского.

Выше отмечалось, что на поздней стадии (вторая половина III тысячелетия до н. э.) КУАК распространилась в Восточную Анатолию, а её влияние достигло Сирии и Палестины. Тогда же КУАК проникла в Иранский Азербайджан, а её влияние ощущалось в более южных районах Ирана. Именно в это время, т. е. в годы правления Саргона Аккадского (~2371–2316 г. до н. э. по «высокой хронологии») и его преемников, месопотамские источники сообщают о войнах с северными и северо-восточными соседями, где, судя по некоторым приводимым именам и словам, говорили по-хурритски [Вильхельм, 1992]. Под натиском пришедших из Северо-Западного Загроса кутиев Аккадское царство пало примерно в 2200 г. до н. э., и кутии заняли часть Вавилонии. На развалинах Аккада по его северной периферии возникло первое известное по историческим документам хурритское государство Уркеш, правитель которого с типичным древнехурритским именем Аталъ-шен (или Ари-шен) правил в конце периода кутиев или в первые десятилетия III династии Ура [Вильхельм, 1992], т. е. около 2100 г. Это царство занимало обширную территорию от бассейна р. Хабура на западе до р. Диялы на востоке и простиралось на север по меньшей мере до оз. Ван. Позднее, в эпоху средней бронзы, на месте Уркеша и в соседних областях возник ряд других хурритских государств, среди которых наибольшую известность приобрело царство Митанни. Время его основания неизвестно, но к середине XVI в. оно стало мощной политической силой. Хурритоязычное население было многочисленным и в Хеттском царстве, где большинство, однако, говорило на индоевропейских языках.

Хурритский язык обнаруживает сходство с современными восточно-кавказскими языками и образует единую с ними языковую семью [Дьяконов,

1968, 1995]. К той же семье И. М. Дьяконов предположительно отнёс кутиев. Учитывая совмещение южной части ареала поздней КУАК с хуррито-язычной по историческим источникам областью, И. М. Дьяконов, вслед за Б. Л. Куфтиным, пришёл к выводу, что КУАК в значительной мере принадлежала протохурритам. Вместе с тем П. М. Долуханов [1990] допускает, что КУАК могла быть полиэтнической и северо-западная часть её ареала могла принадлежать носителям картвельского языка, исходного для грузинской языковой семьи. Распад этой культурной общности привёл к этническому размежеванию.

Аборигенные хурритоязычные обитатели Армении и соседних регионов испытывали инъекции инородных этносов и культур преимущественно скотоводческой ориентации. Первой такой инъекцией были энеолитические скотоводы и охотники, создавшие II генерацию петроглифов на Сюнике и других нагорьях к югу от Севана. Судя по наскальным рисункам, они использовали лошадей и одноосные повозки на колёсах со спицами (см. рис. 39). Можно допустить, что создатели петроглифов проникли в Армению с севера и имели индоевропейское происхождения. Рассмотрим аргументы в пользу этого.

Многие исследователи считают, что прародина индоевропейцев находилась в окрестностях Чёрного моря. По мнению И. М. Дьяконова [1982], индоевропейская общность сформировалась, скорее всего, между Балканами и Карпатами (на Среднем Дунае) в результате взаимодействия древнейших земледельцев, проникших туда в конечном счёте из Передней Азии, с аборигенным населением в процессе его приобщения к производящему хозяйству. Этот процесс (и индоевропейский язык?) быстро охватил обширные пространства Европы, проявившись в культуре линейно-ленточной керамики и её северочерноморских аналогах конца VI–V тысячелетия до н. э. Вершинами земледельческих обществ Юго-Восточной Европы были близкие в своей основе энеолитические культуры — накольчатая, лендельская и кукутени-трипольская, зародившиеся в конце V — начале IV тысячелетия и успешно развивавшиеся до середины III тысячелетия до н. э. Среди них кукутени-трипольская культура оставила в мелкой пластике и декоре керамики наиболее убедительные доказательства индоевропейского происхождения её создателей [Рыбаков, 2002]. Вместе с тем Б. А. Рыбаков показал, что существенные элементы религиозно-космических воззрений трипольцев восходят к культуре линейно-ленточной керамики.

По соседству с трипольскими земледельцами во второй половине IV тысячелетия до н. э. в степях Причерноморья, Поволжья и Северного Кавказа складывается культурная общность полукочевых скотоводов, отмеченная курганами, мегалитическими чертами погребений (гробницы в виде дольменов и каменных ящиков, кромлехи) и присутствием чёрнолощёной керамики [Клейн, 1990]. Как считают многие исследователи, создатели этих культур принадлежали протоарийской ветви индоевропейской семьи, к которой относятся предки индоиранцев, греков и, вероятно, армян. К этой же группе племён могли принадлежать предки хеттов, раньше других от неё

отколовшиеся. Б. А. Рыбаков [2002] показал культурное влияние, которое оказала на этих скотоводов трипольская культура.

Принципиальное значение для эволюции скотоводческой ветви индоевропейцев имела domestикация лошади. В среднестоговской культуре второй половины IV — начала III тысячелетия до н. э. выявлена коневодческая направленность. Тогда же в степях от Дуная до Волги распространился культ конеголовых скипетров как символов власти, свидетельствующий, вместе с тем, о появлении всадничества. На западе степного ареала, в Причерноморье, скипетров больше и они реалистичнее, чем на востоке, что может указывать на причерноморское происхождение культа [Клейн, 1990]. Как справедливо отмечает С. Межлумян [1992] на опыте археозоологии, столь развитые формы использования домашней лошади могли сложиться лишь в течение многих веков, и начало domestикации следует отодвигать по крайней мере на тысячу лет. Возможно, оно происходило в недрах предшествовавших культур V — первой половины IV тысячелетия в процессе усиления их животноводческой ориентации. Предпосылкой для domestикации лошади было распространение в причерноморских степях её диких предков.

Маловероятной представляется domestикация лошади в Передней Азии, поскольку горные районы мало пригодны для обитания её диких предков. В Двуречье лошадь была известна ещё в IV тысячелетии до н. э. [Дьяконов, 1968], но, по мнению г. М. Бонгард-Левина и Э. А. Грантовского [1983], возможно, ещё не была одомашнена и служила лишь предметом охоты. Во всяком случае, она не упоминается среди домашних животных в Законах Хаммурапи XVIII в. Но в начале II тысячелетия до н. э. ездовая лошадь уже используется в Месопотамии, будучи редким и дорогим животным. Согласно одному из документов архива Мари, её цена в XIX–XVIII вв. до н. э. составляла 2,5 кг серебра, что эквивалентно цене пяти–шести рабов или 10 га земли [Дьяконов, 1968; Мунчаев, 1973]. Основным транспортным средством оставался осёл. Вместе с тем, к самому концу III тысячелетия относятся первые свидетельства появления в Месопотамии лёгкой одноосной боевой колесницы на конном ходу [Дьяконов, 1968]. Весьма вероятно, что она была заимствована у хеттов, предки которых, возможно, были её создателями [Заблоцка, 1989].

Согласно данным С. Межлумян [1992], в немногочисленных памятниках неолита Армении кости эквидов составляют не более 3 % общего числа костей животных; все они являются пищевыми отходами и не могут считаться принадлежавшими домашней лошади. Однако в энеолите доля костей лошади возрастает до 7–9 %, и среди них появляются хорошо сохранившиеся фрагменты. Именно к этому времени, вероятно, относятся изображения оседланных лошадей и повозок со спицами на петроглифах Сюника. Можно допустить, что их создатели принадлежали к протохеттским племенам, ранее других отколовшимися от индоевропейского единства. Вулканические извержения и землетрясения подтолкнули их к дальнейшей миграции. Первые признаки их появления в Анатолии датируются концом IV — началом III тысячелетия до н. э. [Грозный, 1938].

В III тысячелетии до н. э., ещё до распада степной культурной и языковой общности, в Закавказье начинают проникать и другие восходящие к ней племена. Находки костей домашней лошади становятся обычными в Предкавказье и Закавказье [Бибикова, 1967; Мунчаев, 1973]. С этими миграциями, вероятно неоднократно и охватывавшими весь бронзовый век, связано распространение на территории Армении курганов с кромлехами и мегалитических сооружений. Один из древнейших документированных каменных курганов, обрамлённый кромлехом диаметром ~9 м, был обнаружен вблизи Сюникского среднеголоценового лавового поля (см. раздел 2.1.1). Радиоуглеродное датирование валовой органики слоя погребения дало вторую половину XXXVII – первую половину XXXIV в., что соответствует ранней КУАК, но слой мог быть древнее погребения.

Домашняя лошадь использовалась населением КУАК. С. Междумян [1992] со ссылкой на г. Арушяна сообщает о находке нижней челюсти лошади в куро-аракских слоях Мохра-Блура, причём один из зубов сточен из-за неправильного применения узды. В районе Арагаца на керамике обнаружены два изображения лошади. Вместе с тем, по сведениям Р. Бадаляна, она оставалась для создателей КУАК редким животным: на одном из изученных памятников среди 400 определенных костей животных лошади принадлежала только одна. Не вносят ясности в проблему появления домашней лошади данные с юго-западного побережья Севана. Здесь, в 1 км к СЗ от с. Норашен, все кости, обнаруженные нами в слое, содержащем сверху куро-аракскую керамику, принадлежат, по определению Э. В. Вайгенгейм, дикой или домашней лошади, причём радиоуглеродный возраст этих костей оказался 7860 ± 100 лет [первая половина VII тысячелетия до н. э.] (ГИН-11665).

Середина III тысячелетия до н. э. отмечена значительными переменами на ЮВ Европы. Трипольская и сходные с ней сельскохозяйственные культуры распадаются. Главенствующими становятся культуры скотоводческой ориентации бронзового века, с социальным расслоением, развитием всадничества и высокой мобильностью, отличающимися, согласно В. М. Массону [1999], военно-аристократический путь развития. В условиях высокой мобильности и взаимодействия культур протоарийская языковая общность распадается.

Произошедшие перемены затронули и территорию Армении. Здесь с середины III тысячелетия до н. э., в СБВ и ПБВ, архитектура курганных погребений усложняется. Непременным атрибутом становятся погребальные камеры или каменные ящики (дольмены). Чаще всего над ними насыпаны кучи камней, и они окружены кромлехами, а некоторые курганы – менгирами. Известны коллективные захоронения – несколько курганов внутри одного кромлеха, несколько дольменов внутри одного кургана, а в эпохи поздней бронзы – раннего железа также неоднократно захоронения в одну могилу.

Некоторые находки, сделанные в самых крупных и богатых курганах триалетской культуры, имеют индоевропейскую мифологическую основу. Возможно, вожжи и знать, погребённые в курганах, принадлежали некоей группе носителей индоиранской ветви индоевропейских языков, родственной

создателям синташтинско-срубно-андроновской культурной общности, которая в конце III — начале II тысячелетия до н. э. распространилась от Северного Причерноморья до Казахстана. Но индоевропейские элементы выявлены лишь в материалах больших курганов правящей верхушки, тогда как погребения рядовых, вероятно, хурритоязычных общинников, весьма многочисленных в Армении, были иными. Именно индоиранская правящая верхушка, происходившая из полукочевой среды, способствовала скотоводческой переориентации хозяйства СБВ.

В связи с индоиранским происхождением верхушки позднетриалетского общества стоит проблема «митаннийских ариев». Цари Митанни XVI–XV вв. носили нехурритские тронные имена, а некоторые из них имеют индоиранскую этимологию [Вильхельм, 1992]. Г. Вильхельм допускает, что на одной из фаз экспансии эти индоиранские элементы попали в хурритскую среду и, будучи ею ассимилированы, оставили в ней культурный отпечаток. Согласно И. М. Дьяконову, он проявился позднее в известном договоре царя Митанни Куртивазза с хеттским царем Суппилулиумасом I (первая половина XIV в.), скреплённом в числе прочих именами четырёх индоарийских богов, и в коневодческой терминологии хеттского учебника по тренировке коней, составленном в ~1300 г. до н. э.

Индоевропейскими по своему происхождению, вероятно, были и послетриалетские скотоводческие культуры средней и поздней бронзы Присеванья и горных районов к юго-востоку от Севана. Лчашен-мецаморская культура в своем относительно раннем присеванском варианте, по-видимому, также была скотоводческой, и лишь в результате контактов с местным хурритоязычным населением долин произошли приобщение её носителей к земледелию и прогресс ремёсел. Отсутствие преемственности между триалетской и позднейшими культурами средней и поздней бронзы свидетельствует об их этнической разнородности. Однако прямая линия развития, связывающая эти культуры с древнеармянским этносом и государством, и отсутствие позднейшей подобной этнической инъекции дают основание рассматривать их создателей как носителей протоармянского языка, восходящего, как и язык триалетской верхушки, в конечном счёте, к индоиранско-греко-армянской языковой общности, распавшейся в середине III тысячелетия до н. э. Именно носителей первично скотоводческих культур конца средней бронзы и ПБВ можно гипотетически отождествить с «народом Хайка», который, согласно Мовсесу Хоренаци [1990], появившись в Армении, обнаружил, что «до прихода коренного предка нашего Хайка во многих местах нашей страны разбросанно жило небольшое число людей».

Ассимилировавшись в аборигенной хурритоязычной среде, пришельцы, слившиеся с более ранними индоевропейскими скотоводами, передали ей свой язык и в ПБВ создали единую лчашен-мецаморскую культуру. Последнее обстоятельство способствовало тому, что походы урартийцев и завоевание ими большей части территории Армении вызывало ожесточённое сопротивление, проявившееся в разрушении большинства протоармянских поселений. Вместе с тем вовлечение протоармянского населения в орбиту Урарту, стояв-

шего на более высокой стадии культурного развития, обогатило местное население более совершенными культурно-технологическими навыками и пополнило их язык, в котором И. М. Дьяконов [1967] отмечает много хуррито-урартских заимствований, частично восходящих ещё к доурартским временам. Строительство урартских крепостей указывает на то, что на первых порах их гарнизоны были отчуждены от местного населения, но в дальнейшем, особенно после крушения Урарту, завоеватели, вероятно, слились с аборигенами. Тогда же обитатели Армении испытали и другие индоевропейские этнические инъекции (киммерийцев, позднее скифов и, возможно, кельтов).

Таким образом, армянский этнос сложился в результате синтеза различных этнических групп, различавшихся уровнем культурного развития и хозяйственной направленностью. Прежде всего, это изначально скотоводческие племена СБВ и ПБВ, бывшие, как нам представляется, исходными носителями протоармянского языка, аборигенное хурритоязычное население и родственные ему по языку урартские завоеватели.

Скотоводческие племена индоевропейского происхождения оставили заметный след на территории вулканических нагорий между Севаном и г. Сисиан. Именно здесь, в сейсмически и вулканически активной зоне Ханасарского разлома, особенно ярко проявилось воздействие катастрофических природных явлений на развитие общества. Это, прежде всего, относится к создателям II генерации петроглифов Сюника и Вардениса, которых мы предположительно отождествляем с протохеттами. Вулканические извержения конца V и первой половины IV тысячелетия до н. э., вероятно, предварявшиеся сильными землетрясениями, вызвали лесные пожары и привели к почти полному исчезновению лесов на юго-восточном побережье Севана [Саядян, 1983]. Всё это нарушило жизнь создателей петроглифов и подтолкнуло их к дальнейшей миграции.

Следующее выявленное сильное землетрясение произошло в начале ПБВ. Оно могло стать дополнительной причиной миграции протоармянских скотоводов в Араратскую долину, где в результате контактов с аборигенным населением они приобщились к земледелию и усовершенствовали ремесленное производство. В конечном счёте это привело к зарождению прармянского этноса. Наконец, ещё одно сильное землетрясение и извержение или несколько извержений вулкана Порак произошли в первой половине VIII в. до н. э. во время походов Аргишти I и Сардура II. Эти явления нанесли большой урон предполагаемой Бехуре и соседним поселениям и помогли урартам завоевать их. Тем самым была открыта новая страница в истории становления армянского этноса.

2.1.4. Арарат

Этот крупнейший вулкан региона, известный с библейских времен и служащий традиционным символом древней и современной Армении, расположен на стыке государственных границ Армении, Турции и Ирана и возвышается

на 3 км над поверхностью Араратской долины (рис. 48). Вулкан образует две конические вершины – Большой Арарат (5165 м) и Малый Арарат (3925 м) и представляет собой полигенный известково-щелочной стратовулкан, на запад от которого протягивается вулканический хребет Агридаг. Хотя геология вулкана довольно хорошо изучена, его структурная позиция является предметом дискуссии. По мнению ряда исследователей [Dewey et al., 1986], Арарат находится в сложном грабене типа pull-apart в зоне правых сдвигов северо-восточного простирания, где северо-западное направление раздвигов маркируют цепочки паразитических конусов на склонах. Другие исследователи [Yılmaz et al., 1998] считают, что впадина pull-apart Арарата расположена, наоборот, в левосдвиговой зоне разломов.

С целью анализа структурной позиции Арарата и Агридага и их молодой эруптивной деятельности мы изучили данные дистанционного зондирования, исторические и археологические источники и выполнили полевые работы в Турции (1992 г.), Иране (1996 г.) и Армении (1997–1999 гг.). Их проводил А. С. Караханян при участии В. Г. Трифонова, Т. П. Ивановой и М. С. Байрактутана на территории Турции и Х. Хессами и Ф. Джамали на территории Ирана. Согласно полученным результатам, вулканы Арарата и Агридага расположены в северо-западной части Араратской миндалевидной структуры длиной 320 км и шириной 80 км, вытянутой в северо-западном направлении (рис. 49, см. раздел 1.2.3 и рис. 11). Южный и юго-западный фланги структуры образованы Северо-Тебризским правым взбросо-сдвигом и его Балыкгельским сбросо-сдвиговым продолжением. Северо-восточный фланг Араратской структуры представлен протяжённой зоной Сардарапат-Нахичеванского активного разлома, который на территории Армении характеризуется правосдвиговыми смещениями с подчинённой взбросовой компонентой. Юго-восточнее она, вероятно, становится сбросовой. Вдоль оси Араратской структуры протягивается правый сдвиг Маку, который на СЗ смыкается с Балыкгельским разломом, и от них на ССЗ отходят сбросы и правые сбросо-сдвиги, образующие структуру «конского хвоста». Они пересекают Арарат и Агридаг и контролируют расположение цепочек паразитических конусов на них. Можно предположить, что с условиями растяжения, которые отражают эти сбросо-сдвиги, связано и образование главных вулканических центров.

Компьютерная обработка космических фотографий высокого разрешения позволила нам выделить три генерации позднечетвертичных лавовых потоков Арарата (см. рис. 49). Лавы самой молодой III генерации могут иметь голоценовый возраст. Это предположение основано на сопоставлении облика этих лав, выделенных на космических снимках, с подобными изображениями датированных голоценовых лавовых потоков Армении.

На Арарате центры молодых извержений чаще встречаются на северо-западном и юго-восточном склонах. В особенности это касается лавовых потоков III генерации. Интерес представляет также большой лавовый поток из паразитического конуса горы Тужик (1815 м) на восточном краю Малого Арарата. Этот поток и расположенные к северу от него трещинные излияния образовали обширные лавовые поля, протягивающиеся на восток



Рис. 48. Вулкан Арарат; на переднем плане развалины Арташата, третьей столицы Армянского царства

(см. рис. 11 и 49). Голоценовый возраст могут иметь и лавовые потоки в Арабларской долине р. Макучай (Иран). Лавы вытекли из двух вулканических центров к востоку от г. Маку, расположенных между восточными сегментами структуры «конского хвоста». Предположение о голоценовом возрасте этих потоков основано не только на их облике, но и на факте налегания лав на отложения и террасы р. Аракс. Один из потоков образовал очень молодую по облику лавовую дамбу р. Аракс к ВЮВ от оз. Аггель.

Анализ архивных, летописных и археологических источников позволил выявить данные по исторической вулканической активности Арарата. Работа Б. А. Куфтина [1944] явилась первой публикацией, где описаны археологические находки КУАК эпохи ранней бронзы. В ней Б. А. Куфтин приводит результаты раскопок, выполненных в 1914 г. горным инженером П. Ф. Петровым в Игдирском участке Сурмалинского уезда у подножия Арарата. Раскопки проводились в 8 верстах (1 верста XX века = 1,0668 км) от г. Игдир, у с. Малаклю по дороге в с. Маркара у десятого верстового столба на юг от последнего. Место раскопок находилось на конце узкой вытянутой на север гряды высотой 2,5 м. Она представляет собой вулканический поток Арарата, покрывающий рыхлые озёрно-речные отложения Араратской долины. Дорога пересекает гряду на северную часть — изолированный

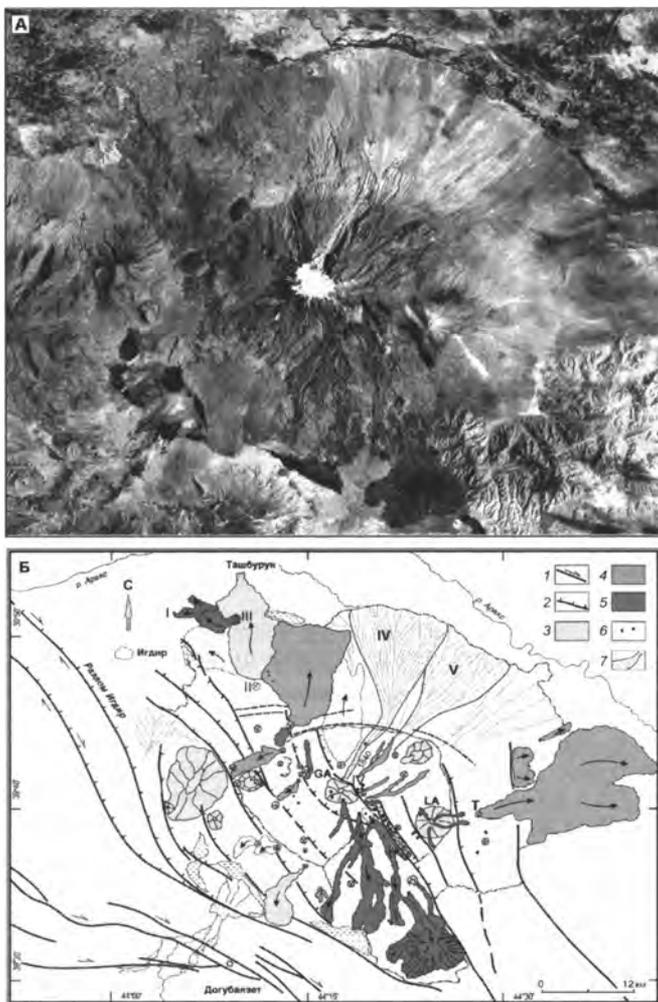


Рис. 49. Космическое изображение (А) и основные элементы
позднечетвертичной структуры (Б) Арарата [Karakhanian et al., 2002]

1 – сдвиг; 2 – сброс; 3–5 – лавовые потоки и туфы: 3 – начала позднего плейстоцена, 4 – конца позднего плейстоцена, 5 – голоцена; 6 – центры позднплейстоценовых и голоценовых извержений; 7 – оползни, обвалы, грязевые потоки. GA – Большой Арарат, LA – Малый Арарат, Т – Тужик, I–V – разновозрастные генерации вулканических и обвально-оползневых образований

холм, который П. Ф. Петров назвал «глиняным городком», и южную, названную им «могильной горой».

В ходе раскопок П. Ф. Петров установил, что мощный культурный слой «глиняного городка» залегает под покровом вулканического туфа. Слой представлен органическим пеплом и золой и содержит остатки жилищ, сложенный кирпич, обугленную древесину, кости человека и животных, многочисленные приметы быта — керамику, обсидиановые орудия, зернотерки, ступки и т. д. Именно это местонахождение стало основополагающим для выделения КУАК. Мощность слоя золы такова, что местные жители, по словам П. Ф. Петрова, используют его для удобрения полей. На территории «могильной горы», в потоке вулканического туфа П. Ф. Петров обнаружил многочисленные могилы. Они были сооружены в расщелинах самого потока, заложены сверху его глыбами и содержат железное оружие, бронзовую посуду и стеклянные бусы. Возраст керамики и других предметов из «глиняного городка» археологи уверенно датировали 2500–2400 гг. до н. э., а возраст артефактов из «могильной горы» — 700–500 гг. до н. э.

Таким образом, археологически устанавливается факт перекрытия древнего поселения КУАК слоем вулканического туфа, в котором произведены захоронения урартской эпохи. Иначе говоря, между 2500–2400 и 700–500 гг. до н. э. имело место вулканическое извержение. Большое количество домашней утвари, обугленные остатки дерева, костей людей и животных дают основание полагать, что извержение произошло в период существования поселения КУАК и закончилась для него катастрофой. Следовательно, оно может датироваться возрастом, близким к 2500–2400 гг. до н. э. Наиболее вероятными источниками туфа или, скорее, туфолоавы, перекрывшей поселение КУАК, можно считать эруптивные центры, находящиеся на северном склоне Большого Арарата, — между вершинами Карныерых (1475 м) и Шупер (1222 м) или в 4 км южнее Ташбуруна.

2 июля 1840 г. произошло катастрофическое Араратское землетрясение с $M_s = 7,4$. Землетрясение вызвало огромные разрушения в Араратской и Догубаязетской долинах. Были разрушены города Догубаязет, Маку, Ордубад. Вокруг вулкана Арарат полностью уничтожены многочисленные сёла. Погибло, по разным оценкам, от 7 до 10 тыс. человек. Землетрясение сопровождалось возникновением сейсмогенного разрыва поверхности длиной 72 км [Ambraseys, Melville, 1982], вызвало многочисленные оползни к ЮЗ от Арарата и спровоцировало огромный оползень с главной вершины самого вулкана. По нашим оценкам, объём Араратского оползня 1840 г. равен $3 \cdot 10^8 \text{ м}^3$; он покрыл расстояние в 28 км со скоростью $\sim 175 \text{ м/с}$. Оползень сошёл с северо-восточной части вершины Арарата по глубокому ущелью и полностью уничтожил монастырь Св. Акола, с. Акори, г. Аралык, дворец Сардара, деревни и русские пограничные посты в долине р. Аракс.

Сразу после землетрясения 1840 г. началась острая полемика между учёными, обследовавшими его последствия в 1840–1845 гг. Главный инженер русской армии майор Воскобойников [Доклад..., 1840] и немецкий геолог Г. Абиш [Abich, 1846] считали землетрясение 1840 г. тектоническим, а Араратский оползень —

его последствием. Немецкий геолог М. Вагнер [Wagner, 1848] рассматривал и то, и другое как следствие вулканического извержения Арарата. Данные, сохранившиеся в работах О. Шахатунянца, Г. Алишана, Х. Линча и особенно в церковных архивах Араратской Епархии, позволили нам обнаружить свидетельства очевидцев землетрясения и оползня 1840 г. Они отмечают:

- Сразу после основного толчка над ущельем на северном склоне Арарата, где находились с. Акори и монастырь Св. Акопа, поднялась огромная туча, похожая на столб дыма.
- Туча светилась ярко-красным цветом, а вокруг распространялся сильный, едкий запах серы.
- Огненный вихрь тучи мгновенно налетел на с. Акори, уничтожил его, сжёг деревья в садах села и вырвал их с корнем. После этого на село обрушился оползень.
- Туча поднялась к вершине Арарата, а из-под неё вниз покатилося пылевое облако.
- Большие камни весом в несколько центнеров выбрасывались вверх из расщелины над монастырем и селом и падали на расстоянии нескольких километров. После каждого толчка землетрясения в ущелье слышались резкие звуки, похожие на выстрелы пушек.
- Туча, поднимаясь к вершине Арарата, заволочла небо и вечером пролилась дождём, несмотря на ясную погоду. В месте, где пролился дождь, земля и поля были покрыты толстым слоем жидкой грязи голубого цвета с резким запахом. Лужи воды после дождя содержали воду голубого купоросного цвета.
- После землетрясения в ущелье Акори образовались глубокие трещины, из которых исходила мутная (купоросная) вода с резким запахом серы.
- Монахи монастыря Эчмиадзин, находящегося на расстоянии 55 км от Арарата, ощущали резкий запах серы.

Г. Абих [Abich, 1846] обнаружил на вершине Большого Арарата протяжённую трещину северо-западного простирания, из которой исходил резкий запах вулканических газов. Поскольку предыдущие исследователи вершины Арарата, Паррот и Спасский, о ней не упоминали, Абих посчитал трещину следствием землетрясения 1840 г. Майор Воскобойников [Доклад..., 1840], проведя раскопки на месте с. Акори, обнаружил, что у всех домов сохранились нижние трети стен, а деревянные перекрытия крыш вдавлены упавшими камнями в пол. Это, по мнению майора, свидетельствовало о том, что село погибло не от катящихся камней оползня, а от глыб, падавших вертикально сверху.

Анализируя изложенные сообщения, можно предположить, что землетрясение 1840 г., вызвало, наряду с сейсмогенным разрывом и оползнем, газо-тепловое извержение фриотического типа на северном привершинном склоне Арарата. Землетрясение активизировало северо-западные окончания разломов Балыкгель и Маку. По-видимому, вспоролся один из сегментов «конского хвоста», проходящий через привершинную часть Большого Арарата. По сегменту про-

изошёл эруптивный, типа направленного взрыва, выброс вулканических газов, каменных глыб и пепла, которые вместе с землетрясением и оползнем уничтожили монастырь Св. Акопа, с. Акори и другие населённые пункты.

Данные о событиях 1840 г. — не единственные исторические сведения о вулканической активности Арарата. Имеется непроверенное сообщение немецкого путешественника Райнекса о том, что он и его спутники наблюдали 3 января и 22 февраля 1783 г. яркое свечение и красный огонь на восточном склоне Большого Арарата.

2.1.5. Угрожает ли Армении современная вулканическая опасность

Кроме описанных, в Армении есть и другие примеры голоценовых и, возможно, исторических вулканических извержений. Вулканы *Вайоцсар* и *Смбатасар* (3 и 4 на рис. 11) расположены в южной части Гегам-Варденинской миндалины на южном склоне Варденисского хребта. Они находятся в 17 км друг от друга — вулкан Смбатасар севернее (39°57' с.ш., 45°20' в.д.) на высоте 2700 м, а вулкан Вайоцсар южнее (39°48' с.ш., 45°30' в.д.) на высоте 2500 м. На юго-восточном склоне вулкана Вайоцсар, напротив с. Арин, обнаружены лавы трещинного извержения его самой молодой генерации. По общему облику лавового потока, сохранившему многие черты первичного вулканического рельефа, можно предположить его голоценовый возраст. Лавовый поток, спустившись вниз, запрудил долину р. Арпы около г. Вайк и протянулся вдоль неё в западном направлении на 6 км. Лава перекрыла первую галечную террасу р. Арпы.

Вулкан Смбатасар представляет собой моногенный центр, характерный для областей ареального вулканизма. Конус вулкана прорван в северном и южном направлениях двумя лавовыми потоками, длиной 11 и 17 км. В долине р. Ехегис лавовый поток перекрыл первую галечную террасу, что, наряду с совершенной сохранностью морфологии конуса вулкана и его потоков, позволяет датировать извержения поствюрмом (голоценом?).

Структурные предпосылки образования вулканов Вайоцсар и Смбатасар во многом неясны. Вероятно, они связаны с деформациями растяжения Варденисского вулканического хребта как внутренней структуры Гегам-Варденинской миндалины. Вблизи вулкана Смбатасар видны ещё два вулканических конуса, образующих вместе с ним цепочку северо-западного простирания. С одним из них связано более раннее, но, по-видимому, также голоценовое извержение, а второй имеет позднплейстоценовый возраст.

Существуют легенды и свидетельства поздних летописных источников о гибели в 735 г. в долинах рек Арпа и Ехегис городов Моз и Ехегис от сильного землетрясения и последовавших за ним извержений вулканов Вайоцсар и Смбатасар. Летописные сведения о землетрясении позволяют оценить его магнитуду $M_s \geq 7$. Как упоминалось в разделе 1.4, оно сопровождалось сейсмогенными оползнями и вызвало огромные разрушения в долинах рек

Таблица 3. Исторические вулканические извержения на территории Армении и сопредельных регионов
(составил А. С. Караханян)

Дата	Вулкан	Широта	Долгота	Характер вулканической активности	Сопутствующие геологические опасности			A _c /D
					Земл.	L _{SR}	Оп	
Конец V – начало IV тыс. до н. э.	Порак	40°01'	45°47'	Извержение лав	M≥7.3	>30	+	B/a, г
Первая половина IV тыс. до н. э.	Цхук-Каркар	35°44'	46°01'	Извержение лав	M≥7.3	>30	+	A/a, г
Середина III тыс. до н. э.	Арагат	39°42'	44°18'	Извержение туфолов				A/a
~780 г. до н. э.	Порак	40°01'	45°47'	Извержение лав	M≥7.3	>30	+	B/a, i
I–IV вв. н. э.	Арагат	39°42'	44°18'	Извержение				C/i
735 г.	Вайоцсар, Смбатасар	39°48' 39°57'	45°30' 45°20'	Извержение лав	M≥7.0	>10	+	C/i
1111 г.	оз. Ван	38°40'	43°00'	Извержение, газовый выброс	M≥6.5			A/i
1441 г.	Немрут	38°37'	42°13'	Извержение лав				A/i
1783 г., 3.01 1783 г., 2.02	Арагат	39°42'	44°18'	Извержение				C/i
1840 г., 2.07	Арагат	39°42'	44°18'	Фриотическое извержение, газо-пепловый взрыв	M=7.4	72	+	A/i

Примечание. Земл. – землетрясение; L_{SR} – длина сейсмогенного разрыва на поверхности, км; Оп – оползни; A_c – надёжность определения (ассигнатура code): А – очень уверенно, В – уверенно, С – неуверенно; D – данные: а – археологические, г – радиоуглеродные, i – исторические.

Арпа и Ехегис и гибель >15 000 человек. Извергались ли при этом вулканы Вайоцсар и Смбаатар, остаётся неясным и требует проверки.

Армянские летописи, ведущиеся с III в. н. э., фиксировали и подробно описывали природные явления на территории Восточной Анатолии, Закавказья и Северного Ирана. Летописи являются источником для оценки не только исторической сейсмичности, но и вулканизма. Во многих работах сообщается об извержении вулкана Немрут 1441 г. [Oswalt, 1912; Yilmaz et al., 1998]. Ниже, как пример точной и реалистической фиксации летописями деталей природных явлений, приводится полный текст армянской летописи, свидетельствующей со слов очевидцев об этом извержении:

В год 1441 гора Немрут, расположенная между городами Хлат и Багеш, внезапно загремела, как страшная гроза, содрогнулся весь край, ибо они увидели, как широкая трещина разверзла гору и из места разрыва извергался мглистый дым и испускающее зловоние пламя. Дети заболели от этого запаха, а камни закипели от жгучего пламени, с громовыми раскатами вылетели в небо огромные камни в пять кангунов весом, пламя это было видно на расстоянии двух дней пути. От этого грома дрожал город Хлат. Гора разверзлась, образовала огромную пропасть, а камни на вершине, вскипев и растаяв, слиплись друг с другом, и длилось это много лет [ЛХП, 1955, с. 518, 546, 581].

М. Берберян [Berberian, 1994] привёл записи древнейшего дохристианского армянского эпоса о Ваагне, сделанные Мовсесом Хоренаци в 466 г. н. э., как пример описания вулканического извержения в поэтической форме. В дополнение цитируем ранее не известные естествоиспытателям данные из армянских летописей, которые свидетельствуют о вулканических явлениях или могут интерпретироваться как таковые:

Армянские горы сначала отдалились друг от друга, а потом опять сблизились с ужасным грохотом, и при этом исторгался огонь и дым, а после пришли в прежнее состояние (Св. Епрем Эдесский, 341 г. н. э.; место случившегося неизвестно).

Горящие на горах огни давно потухли, но на заре истории нашей они ещё дымились, как гласят дошедшие до нас, чад христианских, языческие легенды (IV в. н. э.; скорее всего, речь идет о вулкане Арапат).

В 1111 году в Армении, в провинции Вазпуракан (*Ван*) зимой, глубокой ночью развёлся небесный свод и пролился огонь в озеро Ван. Волны со страшным шумом нахлынули на берег. И воды, и суша содрогнулись с ужасным грохотом. Воды озера окрасились в красный цвет. Пламя разорвало твердую бездну. Наутро люди увидели, что множество рыбы издохло. Смерд заполнил всё вокруг. Землю во многих местах прорезали очень глубокие расщелины (Матевос Урхаеци. Хроники; Смбаат Снарапет. Летопись).

На историческую активность указывает и армянская топонимика многих вулканов Армянского нагорья. Цхук (Сюникское нагорье) — по-армянски дымящий, Каркар (там же) — гремящий; Порак (Варденисский хребет) — утроба; Вайоцсар (Варденисский хребет) — гора воплей беды; Тондурек (севернее оз. Ван) — подземная печь для выпечки хлеба.

Приведённые результаты исследований определённо доказывают голоценовую и историческую вулканическую активность территории Армянского нагорья (табл. 3), что позволяет ставить вопрос о наличии здесь современной вулканической опасности.

В большинстве случаев исторические вулканические явления сопровождались резкой тектонической и сейсмической активизацией разломов. Исследования, выполненные нами в районе Арарата, на Сюникской и Поракской структурах pull-apart, показали, что вулканические извержения совпали (в пределах точности определений) с сильнейшими землетрясениями региона. Известно, что эксплозивные извержения сопровождаются сейсмическими событиями, но такие собственно вулканические землетрясения не глубоки и имеют небольшой ареал воздействия. В рассматриваемых случаях речь идёт о более сильных землетрясениях с магнитудой $M_s \geq 7$. Выявленная последовательность событий показала, что Араратское землетрясение 1840 г. предшествовало, хотя и не намного, вулканическим проявлениям. Мы предполагаем, что и в других рассмотренных случаях сильное сейсмическое событие предшествовало вулканическому. Активизированные при землетрясении разломы вспарывали кровлю вулканического очага, что приводило к извержениям, после которых наступало затишье до следующего подобного землетрясения.

Таким образом, ряд экстремальных природных явлений — сильные землетрясения, извержения вулканов, огромные оползни — взаимосвязаны и образуют единый комплекс природных опасностей. Интегрируясь, они во много раз усиливают катастрофический эффект физического и психологического воздействия на людей и общество.

2.2. Исторические извержения вулканов Южной Сирии (Содом и Гоморра?)

2.2.1. Неопределенность местонахождения Содома и Гоморры

Обращаясь к Библии как источнику исторической информации, в том числе касающейся природных явлений, мы должны различать в ней три компоненты. Первая — основы и регламентирующие нормы новой рели-

гии, происхождение которых здесь не обсуждается. Вторая — факты древней истории народа Израиля, которые отчасти подтверждаются другими историческими документами и археологическими находками. Третья — древнесемитские и не только семитские мифы, легенды и предания, которые, по меньшей мере частично, зародились ещё до выделения евреев из единой семитской семьи. Эти мифы и легенды могут быть отражением реальных природных и исторических событий, существенно искажённых многолетней устной передачей от поколения к поколению и попытками придать им религиозно-дидактический смысл. Для восстановления источников подобных легенд особенно важны детали, «нейтральные» к религиозно-дидактическим целям их изложения. Некоторые из них по мере накопления исторических и археологических данных уже переведены в разряд реальных событий.

Легенда о гибели Содома и Гоморры является частью Бытия — первой книги Ветхого Завета. С последующими книгами она составила Пятикнижие, приписываемое Моисею. Поскольку *«сказал Господь Моисею: напиши сие для памяти в книгу...»* (Исх. 17: 14), можно полагать, что концептуальные положения монотеистической религии, открывшиеся Моисею, согласно Библии, на горе Синай, были письменно зафиксированы ещё в XIII в. до н. э. Однако, согласно Д.Фрэзеру [1989] и В.Келлеру [1998], окончательная версия книги Бытия сложилась позднее из двух письменных источников: Яхвиста и Элохиста; последний нашёл воплощение в Жреческом кодексе. Яхвист, называющий Бога *«Яхве»* (в русском переводе *«Господь»*), появился в Иудее примерно в X–IX вв. до н. э. Элохист, называющий Бога *«Елох»* (множ. *«Элохим»*, в русском переводе *«Бог»*), возник в Израиле в VIII в. до н. э. Тогда же или чуть позже эти источники были объединены, а в VII–VI вв. или, возможно, V в. до н. э. к ним добавились остальные книги Пятикнижия. Между источниками есть различия в деталях описания одних и тех же событий, которые оставляют неопределённости при попытках их геологической интерпретации.

История гибели Содома и Гоморры сводится к следующему. Лот был племянником Авраама, и *«у Лота, который ходил с Авраамом, также был мелкий и крупный скот и шатры»* (Быт. 13: 5). Оба принадлежали к кочевой аристократии, ибо имели в подчинении пастухов и иную прислугу, а в упомянутом ниже эпизоде о том, как Авраам отбил у завоевателей пленённого Лота, он смог вооружить для этого 318 подчинённых ему людей. После возвращения из Египта, куда Авраам и Лот временно эмигрировали по случаю засухи, между их пастухами возник конфликт из-за пастбищ. Дабы избежать ссоры, родственники, кочевавшие вблизи Мёртвого моря, разделились. Авраам остался в Ханаане, т. е. на территории западнее Мёртвого моря и долины Иордана, а Лот *«избрал себе... всю окрестность Иорданскую; и двинулся Лот к востоку... и раскинул шатры до Содома»* [Быт. 13: 11–12]. Затем Бог решил уничтожить грешных жителей Содома и Гоморры, но спасти праведного Лота и его семью. Чтобы спасти их, посланец Бога велел Лоту: *«Спасайся на горе, чтобы тебе не погибнуть»* (Быт. 19: 17). Города были

разрушены. Семья Лота спаслась, уйдя в Сигор и далее в горы, но *«жена Лота, оглянувшись, превратилась в соляной столб»* (Быт. 19: 26).

Сообщения о местоположении Содома и Гоморры противоречивы. В одном из фрагментов сообщается: *«И было во дни Амрафела, царя Сеннаарского, Ариоха, царя Елласарского, Кедорлаомера, царя Еламского, и Федала, царя Гоимского. Пошли они войною против Беры, царя Содомского, против Бириши, царя Гоморрского, Шинава, царя Адмы, Шемевера, царя Севоимского, и против царя Белы, которая есть Сигор. Все они соединились в долине Сиддим, где ныне море Солёное»* [Быт. 14: 1–3]. *«И вышли царь Содомский, царь Гоморрский, царь Адмы, царь Севоимский и царь Белы, которая есть Сигор; и вступили в сражение с ними в долине Сиддим»* [Быт. 14: 8]. Они потерпели поражение. *«Победители взяли всё имущество Содома и Гоморры, и весь запас их, и ушли»* [Быт. 14: 11]. Поскольку они взяли в плен Лота, его дядя Авраам *«преследовал неприятеля до Дана (городок у южных подножий Гермона); ...напал на них ночью, ...и преследовал их до Ховы, что по левую сторону Дамаска»* [Быт. 14: 14–15].

Из приведённых цитат следует, что завоеватели, которым отомстил Авраам, пришли с севера, с территории современной Юго-Западной Сирии и Ливана, и возвращались туда же, т. е. Содом и Гоморра располагались южнее. Битва состоялась *«в долине Сиддим, где ныне море Солёное»*, которым тогда называли Мёртвое море. Если его воды позднее затопили долину Сиддим, она могла находиться лишь в нынешней мелководной южной части озера, поскольку глубокая северная часть в конце плейстоцена и голоцене неизменно покрывалась водой. Резонно предположить, что Содом, Гоморра и союзные им города находились в долине Сиддим или рядом, т. е. у южной оконечности Мёртвого моря. С этим согласуются причудливо эродированные соляные столбы на горе Содом непосредственно к западу от обсуждаемого места и общее засоление территории. Именно сюда поместил погибшие города И. Бентор, отождествив с Сигором древнее поселение на холме Телль-эс-Сафи к югу от Мёртвого моря. Однако проведённые в этом средневековом арабском поселении раскопки не обнаружили следов ранне-среднебронзовых культур, к которым мог бы принадлежать библейский Сигор. Поэтому локализация Содома и Гоморры под южной частью Мёртвого моря или вблизи неё остаётся предположением.

В другом эпизоде Библии сообщается, что при разделе с Авраамом *«Лот возвёл очи свои, и увидел всю окрестность Иорданскую, что она, прежде нежели истребил Господь Содом и Гоморру, вся до Сигора орошалась водою, как сад Господень, как земля Египетская»* [Быт. 13: 10]. Чтобы увидеть последствия гибели Содома и Гоморры, *«Авраам... пошёл на место, где стоял пред лицом Господа»* [Быт. 19: 27], а это, судя по предшествующему описанию, было возле Сихема. Его развалины идентифицированы Э. Селлином в Самарии на западном берегу р. Иордан около подножий горы Гаризим [Келлер, 1998]. Приведённые цитаты заставляют помещать Содом и Гоморру в долину Иордана между Мёртвым морем и Галилейским морем (Генисаретским, или Тивериадским, озером).

Однако оба указанных места, куда можно было бы поместить Содом и Гоморру, оказываются сомнительными при анализе тех частей библейского текста, где сообщается, как они погибли. *«И пролил Господь на Содом и Гоморру дождем серу и огонь от Господа с неба, и ниспроверг города сих, и всю окрестность сию, и всех жителей городов сих, и произрастания земли»* [Быт. 19: 24–25]. Поднявшись поутру на гору, Авраам *«посмотрел к Содому и Гоморре, и на всё пространство окрестности, и увидел: вот дым поднимается с земли, как дым из печи»* [Быт. 19: 28]. В то же время Сигор, расположенный в нескольких часах ходьбы от Содома, остался невредимым. Всё это указывает на вулканическое извержение как наиболее вероятную причину гибели городов. Но ни в окрестностях Мёртвого моря, ни в долине Иордана столь молодых вулканических извержений нет. Они найдены только в Юго-Западной Сирии и соседней части Иордании.

2.2.2. Голоценовый вулканизм Юго-Западной Сирии

К югу и ЮВ от г. Дамаска широкой полосой протягиваются на 450 км поля неоген-четвертичных базальтовых лав общей мощностью до 1400 м (см. рис. 8). Их поверхность находится на высоте ~600 м, а отдельные вулканы поднимаются до 1200–1800 м. Многие центры извержений группируются в цепочки северо-западного, реже меридионального простирания. Они маркируют разломы растяжения, оперяющие зону Левантского левого сдвига. Лучше всего сохранились вулканические цепи средне- и позднечетвертичного возраста. Образующие их разломы растяжения невелики, но, продолжая или кулисно подставляя один другого, они создают протяжённые зоны шириной до 15 км.

При геологическом картировании в масштабе 1:200 000 на территории плато были выделены голоценовые лавовые потоки с сохранившимися следами течения и другими элементами структуры [Geological map..., 1964]. Исследования, предпринятые нами в 2003 г., показали, что не все эти потоки действительно голоценовые. На одном из них (на северном склоне плато) было найдено позднепалеолитическое кремнёвое орудие. Очевидно, этот и другие потоки, испытавшие заметную эрозию, следует относить к концу плейстоцена. Что же касается потоков лучшей сохранности, то они представляются действительно голоценовыми (рис. 50).

Помимо вулканов, «нанизанных» на разломы растяжения, обнаружены другие типы центров извержения молодых лав. Это, во-первых, мелкие и плохо выраженные одиночные вулканы, положение которых устанавливается по следам направления течения лав и уклону местности, и, во-вторых, редкие более крупные вулканы с признаками многократных извержений. Таков вулкан Сафа, среди продуктов извержения которого на детальных космических изображениях М. Рукие выделил не менее восьми генераций. Последнее извержение, возможно, произошло в XVII в. [Volcanoes..., 1994].

Лучше других строение первичной поверхности сохранило голоценовое лавовое поле, примыкающее с ЮЗ к подножиям вулкана Сафа (рис. 51). На первый взгляд, это поле представляется единым лавовым потоком, извергнутым из вулкана, расположенного возле современной деревни Рдемет Аш-Шакхур на северо-восточном склоне Друзского горного массива на высоте ~1050 м (~80 км к ЮВ от Дамаска и ~100 км к востоку от Галилейского моря). Вулкан имеет форму подковы, раскрывающейся к востоку. Вытекший из него лавовый поток распространился на ВСВ на расстояние до 34 км сначала сплошным покровом, а затем отдельными языками вдоль нескольких

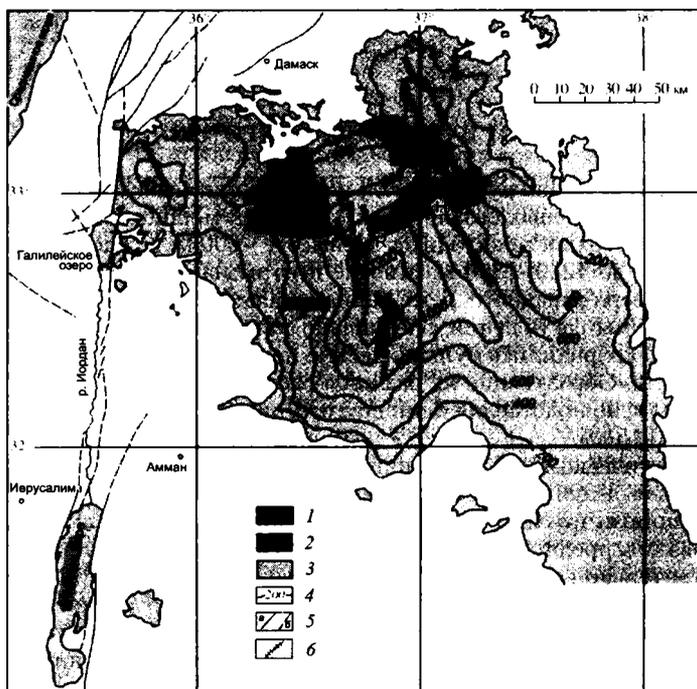


Рис. 50. Активные разломы и проявления неоген-четвертичного и голоценового вулканизма в Юго-Западной Сирии и соседней части Иордании [Trifonov, 2007]

1–3 – позднемiocен-четвертичные вулканические образования: 1 – лавовый поток Кра, 2 – другие голоценовые лавовые потоки, 3 – доголоценовые базальты; 4 – мощность миоцен-четвертичного вулканического покрова, м; 5 – новейшие разломы, достоверные (а) и предполагаемые (б); 6 – молодые магмовыводящие разломы. Н – Хебарие, Р – Рдемет Аш-Шухур, У – Хирбет-Умбаши

вади (долин временных водотоков). Северная из них, вади Кра, дала название потоку.

Лавовое поле Кра приобрело известность среди геологов и археологов благодаря тому, что возле его северо-восточного окончания, где мощность лав составляет 4–5 м, на гипсометрических отметках ~660 м были обнаружены два поселения бронзового века, Хирбет-Умбаши возле северного языка потока и Хебарие в 7 км южнее. Вокруг и в пределах поселений находятся массовые скопления костей животных. Они особенно многочисленны в районе Хирбет-Умбаши, где прежде покрывали тонким слоем площадь >10 га. В последние десятилетия часть костей разрушилась или была вывезена как удобрение, но и сейчас они встречаются на значительной площади. В Хебарие костей меньше. По самым скромным подсчётам, в обоих местонахождениях находятся фрагменты десятков тысяч особей.

Эти скопления костей были открыты С. Грэхемом в 1857 г. Ф. Хербетт привёл в 1914 г. первый список видового состава животных. Он же обнаружил кости, впаянные в базальтовые лавы Кра, и предположил, что животные погибли от извержения. Наиболее полные описания местонахождений принадлежат геологу Л. Дюбертре и археологу М. Дюнану, изучавшим их в 1928 и 1933 гг. [Dubertret, Dupand, 1954–1955]. Они показали, что Хирбет-Умбаши и Хебарие являются древними поселениями, обнаружили в них керамику и другие артефакты РБВ и СБВ, описали крепостные стены,



Рис. 51. Космическое изображение ERTS района лавового поля Кра

Пояснение букв см. на рис. 50

руины жилых строений и погребальных сооружений, а также изменения костей, впаянных в базальт или находившихся близ контакта с ним. Первую радиоуглеродную дату костей получили Х. Врие и Г. Барендсен в Гронингском университете по материалу, собранному В. Лиром в 1954 г. Он дал 4075 ± 160 лет [2880–2460 гг. до н. э.] [Dubertret, Dunand, 1954–1955].

В. Г. Трифонов впервые посетил Хирбет-Умбаши и Хебарие в 1986 г. вместе с сирийскими геологами Ф. Аль-Баккой, Х. Аль-Малехом, Ю. Эль-Хаир и Т. Зазой [Трифонов, Эль-Хаир, 1988; Трифонов, Караханян, 2004; Трифонов, 2007]. Было установлено, что в Хирбет-Умбаши базальты Кра перекрывают линзовидный слой карбонатизированного щебня, гравия и песка мощностью до 2,5 м (рис. 52). Слой слагает низкую террасу вадии Кра и покрыт прочной карбонатной коркой, типичной для террас конца плейстоцена Сирии. Это подтверждает голоценовый возраст базальтов Кра. На их поверхности были найдены мелкие кремнёвые изделия, каменные кистени и обломки лепной керамики. Как правило, последние сделаны из красной глины и хорошо обожжены. Наряду с грубыми изделиями, содержащими крупнозернистый песок, встречаются фрагменты тонкой шлифованной посуды. Большинство изделий лишено украшений, но найдены также обломки по-



Рис. 52. Базальтовые лавы Кра, под которыми на поверхности плейстоценовых лав горизонтально залегают карбонатизированные мелкие галечники, рыхлые гравелиты и песчаники, Хирбет-Умбаши

суды с орнаментом типа «гребёнка» или геометрическим рисунком из тонких перекрещивающихся полос коричневого, белого и чёрного цветов. На одном обломке представлен фрагмент рисунка быка или оленя. По определению Н. Салиби из Национального музея Дамаска, большая часть собранной керамики относится к последней трети III тысячелетия до н. э.

Большое значение для понимания соотношений базальтов Кра с проявлениями жизнедеятельности человека имели исследования Франко-Арабской археологической экспедиции [Braemer et al., 2004]. По данным этой экспедиции и трудов предшественников, в Хирбет-Умбаши выявлены следующие типы сооружений. 1. Защитная стена с остатками башен (рис. 53, А на цвет. вкл.). Более или менее хорошо сохранившиеся восточный и юго-восточный сегменты стены возведены на лавах Кра. На севере стена пересекает вадю Кра и продолжается на небольшое расстояние на запад вдоль северного берега вадю. 2. Руины жилищ — каменные стены построек разной формы, встречающиеся как на поверхности лав Кра, так и к северу от них (см. рис. 53, Б). 3. Большие ямы. Стены некоторых из них выложены каменными блоками и также могли быть жилищами. Относительно небольшие ямы заполнены фрагментами костей и керамики и, очевидно, имели другое назначение. 4. Некрополи — две группы прямоугольных в плане каменных погребальных сооружений с длиной стен до 8 м (см. рис. 53, В). Стены покрыты базальтовыми плитами, опирающимися на поддерживающий каменный столб. В Хебарие, по данным Л. Дюбертре и М. Дюнана, они сложены из более крупных камней без поддерживающего столба. Внутренняя высота помещений — до 1,2 м. Сооружения имеют дверь и нередко сопровождаются огороженным каменной стеной небольшим двором, сходным с обычными в Сирии загонами для скота. Возможно, позднее эти сооружения использовались скотоводами. 5. Дольмены — более многочисленные погребальные сооружения, выложенные по краям и покрытые каменными плитами (см. рис. 53, Г). Дольмены содержат внутри прямоугольные или овальные углубления, в которых мы обнаружили фрагменты скелетов. Все описанные конструкции встречаются на лавах Кра и вне их, сооружены из базальтовых блоков как лавового поля Кра, так и более древних, и лишены признаков цементации.

Выделены пять стадий в истории поселений [Braemer et al., 2004]:

1. Небольшое поселение (жилища) в северной части голоценового лавового поля Хирбет-Умбаши (ЕВ1 на рис. 54).
2. Большое поселение (до 30 га) на северной стороне вадю Кра вне голоценового лавового поля (ЕВ2 на рис. 55) и, вероятно, такое же поселение в Хебарие.
3. Жилища и могилы, в том числе «мегалитического» типа; выделено несколько фаз, представленных разными культурными горизонтами; к этой же стадии, возможно, относится сооружение на лавах Кра крепостной стены в Хирбет-Умбаши (60 га в Хирбет-Умбаши, в том числе и на лавах Кра, и до 100 га в Хебарие; МВД на рис. 54 и 55).

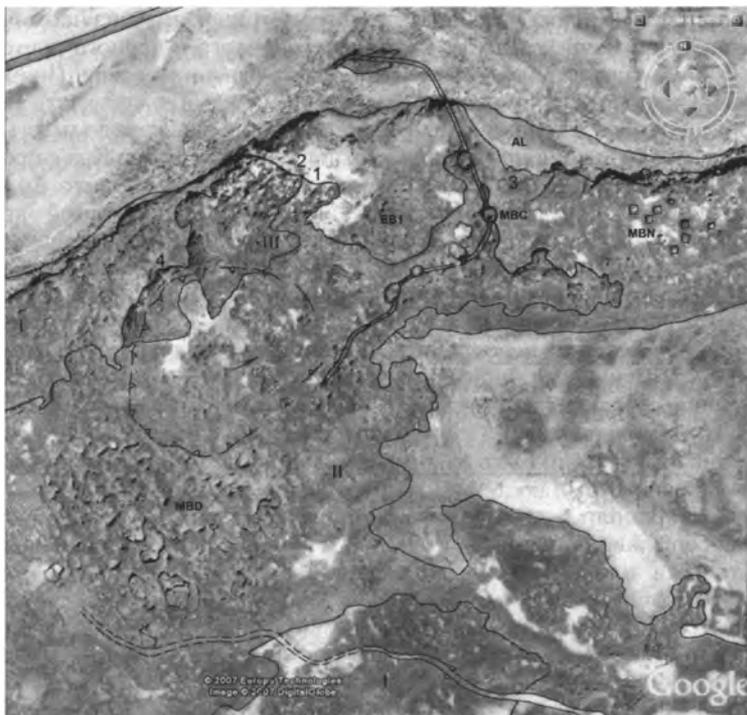


Рис. 54. Детальное космическое изображение Хирбет-Умбаши

AL — позднеплейстоценовый аллювий вади Кра; генерации базальтов Кра: I, II — раннеголоценовые, III — среднеголоценовая. Остальные условные обозначения см. на рис. 55

4. Цитадель и некрополи в Хирбет-Умбаши (MBC и MBN на рис. 54 и 55).
5. Небольшие участки обитания в обоих поселениях.

По данным радиоуглеродного датирования оценён возраст стадий [Braemer et al., 2004]. Стадия 1 датирована концом IV — началом III тысячелетия до н. э., стадия 2 — серединой III тысячелетия, стадия 3 — второй половиной III тысячелетия, стадия 4 — от середины III до начала II тысячелетия и стадия 5 — второй четвертью II тысячелетия до н. э. Те же авторы сообщают об обилии среднебронзовой керамики и более редких находках раннебронзовой керамики в Хирбет-Умбаши. Раннебронзовая керамика (3100–2700 гг. до н. э.) была обнаружена в конструкциях северной части лавового поля Кра (EB1 на рис. 54). Фрагменты более поздней раннебронзовой посуды

(2800–2400 гг. до н. э.) были найдены в поселении на северной стороне вадии Кра. Керамика переходного этапа ранняя–средняя бронза V (РСБ V) и эпохи средней бронзы обнаружены в разных местах, в том числе среди построек стадии 3 на поверхности лав Кра (2200–1900 гг. до н. э.) и в некрополях (2150–1850 гг. до н. э.). Ранне- и среднебронзовая керамика найдена и в Хебарие.

Керамика, собранная авторами совместно с Д. М. Бачмановым, А. Е. Додоновым и Х. Минини в 2005–2006 гг. на поверхности лав Кра в Хирбет-

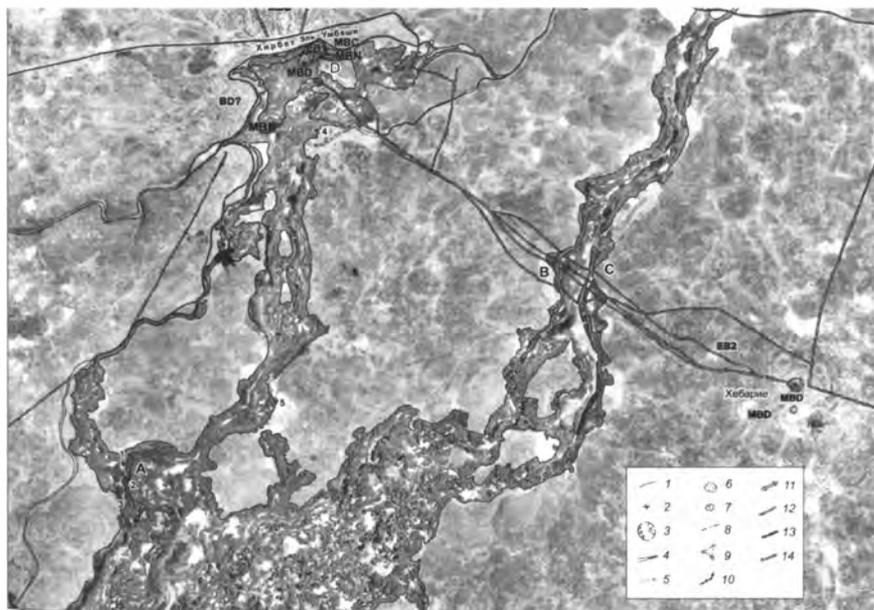


Рис. 55. Детальное космическое изображение северо-восточного окончания лавового поля Кра в районе Хирбет-Умбаши и Хебарие

1 – границы генераций голоценовых лав; 2 – мелкие лавовые вулканы; 3 – вулканическая депрессия в Хирбет-Умбаши; 4 – русла крупных вадии; 5 – вероятное продолжение русла вадии под позднейшими наносами; 6 – современный пруд в Хебарие, собирающий дождевые осадки; 7 – «медуза»; 8 – стена «змея»; 9 – «джокер»; 10 – оборонительная стена в Хирбет-Умбаши; 11 – главные дороги среднебронзовой эпохи; 12 – другие дороги бронзового века; 13 – современная асфальтовая дорога; 14 – главные современные грунтовые дороги. Буквенные обозначения: EB1 – поселение эпохи ранней бронзы, стадия 1; EB2 – то же, стадия 2; MBN – жилища эпохи средней бронзы; MBS – оборонительная стена эпохи средней бронзы; MBD – некрополь эпохи средней бронзы; BD? – предполагаемое поселение бронзового века

Умбаши, была определена А. Ф. Теракджи из Национального музея Дамаска. Он отнёс керамику к трём последовательным эпохам обитания: РБС V (2200–2000 гг. до н. э.), СБВ I (2000–1800 гг. до н. э.) и СБВ II (1800–1600 гг. до н. э.). Керамика, собранная тогда же в Хебарие, относится ко времени двух первых упомянутых эпох (2200–1800 гг. до н. э.).

В отчёте Франко-Арабской археологической экспедиции [Braemer et al., 2004] сообщается также о следах более раннего обитания в рассматриваемом районе. Это руины построек, названных «медузами» (*medusas*) и «воздушными змеями» (*kites*). Первые представлены остатками стен из крупных камней с округлым внешним контуром и внутренним членением, имеющим радиально-концентрическую или менее правильную ячеистую структуру (рис. 56, А, Б). На основе археологических находок «медузы» отнесены к неолиту. Вторые представляют собой протяжённые изгороди из крупных камней, чаще всего прямолинейные и сходящиеся под острым углом (см. рис. 56, В). Они могли служить для загонной охоты или отлова домашних животных. Обнаружены «змеи», которые пересекают «медузы» и, следовательно, моложе. Единственное радиоуглеродное датирование «змея», сделанное в Израиле, позволило отнести его к энеолиту. Наше внимание привлёк тип «змея», названный нами «джокер», поскольку его рисунок иногда похож на колпак шута с бубенчиками. Это каменные стены, образующие в плане сложные, порой причудливые фигуры. Они состоят из прямых или изогнутых отрезков, на заострённых соединениях которых находятся небольшие углублённые округлые сооружения (см. рис. 56, Г). Обычно «джокеры» являются элементами «змеев», но часть «змеев» не сопровождается «джокерами», а некоторые «джокеры» пересекают стены «змеев», т. е. являются более молодыми. Поэтому, приняв энеолитический возраст «змеев», мы посчитали, что часть «джокеров» синхронна им, а часть может быть моложе.

В обоих поселениях есть также следы более позднего обитания, хотя и немногочисленного. Обнаружены надписи на греческом языке, которые могли сделать в римское или ранневизантийское время. Л. Дюбертре и М. Дюнан сообщают о руинах постройки в Хебарие, характерной для позднеимперской эпохи III–IV вв. н. э.

Согласно заключению палеонтологов, видовой состав костей животных в обоих местонахождениях совпадает. М. Боул, определявший кости, собранные Ф. Хербеттом, С. Гайяр, анализирувавший сборы Л. Дюбертре, и Э. М. Вангенгейм, изучавшая нашу коллекцию, показали, что большинство костей принадлежат низкорослому быку, козлу и барану с характерными признаками домашних животных. Они сходны с животными, которых разводят современные сирийские крестьяне и пасут бедуины, хотя нередко уступают нынешним в размерах. Многочисленные также остатки полорогой антилопы (газели). Найдены единичные экземпляры второго шейного позвонка быка *Bos primigenius* и коленной чашечки верблюда, о которых сообщает Л. Дюбертре, и плохо сохранившиеся остатки, которые, по мнению Э. М. Вангенгейм, могли принадлежать ослу или мулу.

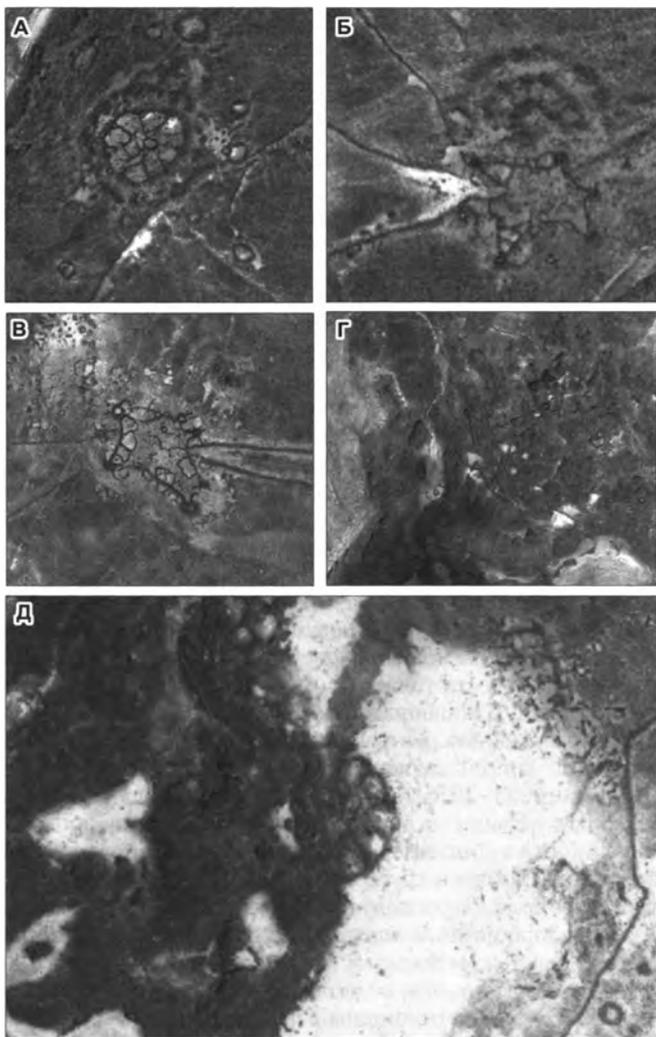


Рис. 56. Реликты древнейших построек района Хирбет-Умбаш

А — «медуза», восточный край которой нарушен стеной «змея»; Б — «медуза», частично перекрытая «джокером» на конце «змея»; В — «змей» с «джокерами»; Г — «джокер», возможно перекрывающий стену «змея»; Д — «полумедуза» (возможно, «медуза», частично перекрытая потоком Кра раннеголоценовой генерации) и среднебронзовый мавзолей чуть западнее на поверхности этого потока

Для определения возраста извержения лав Кра важное значение имеют кости, впаянные в базальт. Изредка вместе с ними встречаются впаянные обломки керамики. По мнению Л. Дюбертре и М. Дюнана, найденный ими фрагмент впаянной керамики сходен с керамикой ранней бронзы (РБВ), обнаруженной на поверхности лав и в ямах, заполненных костями. Одна из ям (1 на рис. 54) глубиной до 1 м была раскопана цитируемыми авторами. В ней снизу вверх залегают: 1) базальт Кра; 2) чёрный или коричневый пепел (2–3 см), перекрытый костями, измельчёнными до порошка (8–10 см); 3) кости спрессованные, залегающие примерно вдоль слоистости, деформированные, но не разбитые; имеют белую, зеленоватую или розоватую поверхность; некоторые из них перекристаллизованы; найдены фрагменты керамики конца РБВ (?) и костяная пластинка, украшенная насечкой; ~40 см; 4) кости сгоревшие, фрагментированные, беспорядочно расположенные; найдены чёрные рога и фрагменты керамики; ~40 см; 5) обломки базальта до 10 см; ~40 см.

Нет никаких признаков того, что сожжение костей могло их кальцинировать и вызвать переплавление базальта. Стенки ямы местами представляют собой искусственную кладку базальтовых блоков, которые не несут следов переплавления. А. Лакрой [Dubertret, Dunand, 1954–1955] выделил в костях разные стадии термического воздействия. Часть из них, разогретая до 600°C, обгорела, но сохранила первичную структуру. Другая часть под воздействием более высокой температуры испытала небольшую пластическую деформацию и кристаллизовалась в гидроксипатит, не достигший температуры плавления. По данным А. Лакроя, базальт, обволакивающий кости, не отличается структурно от обычного базальта; сталактиты на поверхности базальта возникли при медленном охлаждении и этим отличаются от сталактитов, полученных при нагревании базальта до 1200°C в лаборатории. Дж. Чалдрон и М. Р. Валлаес, исследовавшие кости с помощью рентгеновского анализа, пришли к выводу, что степень изменения костей зависела от близости расплавленного базальта [Dubertret, Dunand, 1954–1955]. Кости, впаянные в базальт, достигли температуры $\geq 1200^\circ\text{C}$. Их обработка в присутствии лавы была продолжительной и преобразовала кости в конгломерат гидроксипатита и ангидридного трёхизвесткового фосфата. Быстрое охлаждение отдельных костей создало вокруг них базальтовую корку, удержавшую CO_2 в фосфорите и приведшую к его преобразованию в карбонатный апатит. Кости, не контактировавшие с лавой, но нагретые до 800° лучевым теплом или горячими газами, превратились в гидроксипатит. Немногие образцы, испытавшие подобным способом разогрев до 1200°C, преобразовались в ангидридный трёхизвестковый фосфат.

Бесспорно, что базальты Кра изверглись в голоцене до переходной эпохи РСБ V, начало которой датируется ~2200 г. до н. э. Кости испытали сильное термическое воздействие и частично оказались впаянными в базальт, скорее всего, в эпоху ранней бронзы. Но далее мнения исследователей о возрасте извержения и соотношении лав с костями и другими культурными остатками расходятся.

Поскольку археологические объекты и ямы с костями, датированные бронзовым веком, находятся на поверхности лав Кра, Л. Дюбертре и М. Дю-

нан посчитали извержение более древним и предложили две гипотезы происхождения костей, впаянных в базальт. Согласно первой гипотезе, кости были впаяны в результате древней индустриальной деятельности. Этому противоречит отсутствие следов дерева и проспособлений, которые могли бы поднять температуру до точки плавления базальта (~1200°C). Согласно второй гипотезе, скопления костей возникли около свежего потока, внутри которого базальт был ещё расплавлен. Прорыв лавы сжёг и изменил кости. Отсюда следует, что яма с костями, испытавшими термическое воздействие, была оборудована на полуостывшем потоке и быстро заполнена, поскольку лава могла оставаться расплавленной внутри потока мощностью до 5 м не более нескольких лет. Это маловероятно, но если и имело место, то извержение близко по возрасту к заполнению ямы, т. е. произошло в РБВ.

Ф. Брамер и его соавторы [Braemer et al., 2004] также исходили из того факта, что остатки построек, керамики и костные скопления РБВ обнаружены на поверхности потока Кра и, стало быть, появились там после извержения. Они рассматривали термически изменённые кости как продукт жизнедеятельности обитателей в стадии 1 или 2 существования Хирбет-Умбаши и аргументировали это фрагментированностью костей. Как варианты, эти исследователи предположили, что кости могли быть сожжены в ходе ритуальных церемоний или производства костного угля. Вместе с тем, они отметили, что не могут объяснить впаянные кости ни одной из технологий, доступных обитателям Хирбет-Умбаши.

В ходе работ авторов в 2005–2006 гг. рядом с ямой, где Л. Дюбертре и М. Дюнан описали термически изменённые кости, было исследовано коренное обнажение лавового потока, где на поверхности лав 2×4 м² кости были впаяны в пористый стекловатый базальт на глубину нескольких сантиметров (рис. 57, А, Б на цвет. вкл.; 2 на рис. 54). Столь большой объём лавы с впаянными костями не может быть объяснён искусственным плавлением базальта не только на уровне технологий бронзового века, но даже при современных технических возможностях. В. Г. Трифонов и Ю. Эль-Харир [1988] предположили, что извержение произошло в конце эпохи ранней бронзы. В. Г. Трифонов [Trifonov, 2007] предложил различать мощные (десятки сантиметров) костные скопления в ямах и костные остатки, распространённые на обширной территории в виде тонкого покрова (обычно несколько сантиметров). Первые накапливались длительно в процессе жизнедеятельности обитателей и во время извержения частично подверглись термической обработке и оказались впаянными в базальт. Вторые, как это предположил ещё Ф. Хербетт, могли частично быть остатками животных, погибших при извержении. Однако такому объяснению противоречит тот факт, что яма с термально изменёнными костями выработана на поверхности лав Кра. Что же касается Хебарие, то в ходе работ 2005–2006 гг. было установлено, что туда лавы Кра не распространялись. В Хебарие находится небольшой лавовый вулкан, базальты которого занимают площадь ~6 га. На их поверхности возведены постройки бронзового века. Кости, впаянные в базальт, обнаружены лишь на камнях кладки построек и встречаются на площади не более 0,1 га.

Итак, длительное изучение Хирбет-Умбаши и Хебарие не разрешило противоречия между двумя бесспорными фактами: наличием раннебронзовых сооружений и костных скоплений на поверхности лав Кра и присутствием термически изменённых костей и редких фрагментов керамики, впаянных в базальт. Это противоречие побудило авторов выполнить в 2007–2008 гг. дополнительные исследования базальтов Кра и их соотношений с археологическими объектами. И вот что удалось выяснить.

2.2.3. Вулканическая история лавового поля Кра

На космических изображениях системы Google, полученных в Интернете, большая часть лавового поля Кра имеет вид единого потока или нескольких потоков с явными следами течения от вулкана возле с. Рдемет Аш-Шахкур. Но на этом вулкане в 2008 г. было найдено неолитическое изделие, датированное началом голоцена. Вытекающие из вулкана лавы Кра эродированы и частично покрыты почвенным слоем. Следовательно, извержения вулкана прекратились ещё в раннем голоцене. На раннеголоценовый возраст базальтов, распространившихся в северо-восточную часть лавового поля, указывает тот факт, что стены «змеев» и «джокеров» нередко продолжают с окружающей территории на поверхность базальтов Кра или целиком расположены на них. Что же касается «медуз», то их соотношения с лавами Кра различны в разных частях лавового поля. Несколько типичных сооружений этого типа возведены на поверхности лав. Таковы, например, две небольшие «медузы» южнее Хирбет-Умбаши (4 на рис. 55). Вместе с тем обнаружена «полумедуза» (5 на рис. 55), примыкающая к лавам Кра, на поверхности которых сооружён мавзоль того же типа, что в среднебронзовых некрополях Хирбет-Умбаши. Пристройки исламской эпохи замаскировали контакты стен «полумедузы» с лавами Кра, но их детальное космическое изображение можно интерпретировать как частичное перекрытие «медузы» лавой (см. рис. 57, Д).

Различное соотношение «медуз» с лавами может отражать длительность эпохи строительства «медуз», относимых к неолиту, а может быть связано с неоднократностью извержений базальтов, объединяемых в раннеголоценовую генерацию лавового поля Кра. В его пределах местами видны контакты лавовых образований, которые можно интерпретировать как наложение одних потоков на другие. В некоторых случаях такое разделение возникало в ходе одного извержения, например, из-за того, что при течении лавы одни её «языки» опережали другие, или в результате прорыва затвердевшей лавовой корки ещё неостывшей лавой. Вместе с тем на детальных космических снимках были обнаружены и обследованы в поле три участка (А, В–С и Д на рис. 55), где соотношения с археологическими объектами доказывают более молодой возраст извержений.

А. В ~5 км к юго-западу от Хирбет-Умбаши, на поверхности северо-западного языка лавового поля Кра близ его края находится сооружение типа «ме-

дузы» (рис. 58, А на цвет. вкл.; 1 на рис. 55 и 59). Оно занимает небольшую депрессию на поверхности лав ранней генерации, частично засыпанную мало мощной светло-бурой супесью эолового происхождения. Сооружение состоит из центральной горки камней высотой до 0,5 м и диаметром ~7–8 м и двух окружающих его концентров, внутреннего — диаметром ~19–20 м и внешнего — диаметром ~35 м. Внешний концентр неполный и составляет лишь ~60 % окружности, примыкая на юге и востоке к базальтам Кра, возвышающимся над депрессией на 2–2,5 м. Концентры образованы развалами базальтовых глыб, которые, вероятно, являются руинами стен. Современная высота внутреннего концентра не превышает десятков сантиметров. Внешний концентр сохранился хуже, хотя следится почти непрерывно.

К северу и востоку от центральной горки сооружения видно, что возвышающиеся над ним базальты представляют собой молодой лавовый поток. Он отделён от нижнего потока, на поверхности которого возведено сооружение, линзовидным слоем супеси мощностью до 10 см с обломками карбонатной корки (см. рис. 58, В). Восточнее центральной горки сооружения видно, что молодой поток перекрывает камни внешнего концентра сооружения (см. рис. 59, Б). На детальном космическом изображении обнаружены ещё две примыкающие полуконцентрические структуры, которые выглядят как «медузы», частично залитые лавами молодого потока (2 и 3 на рис. 55 и 59). Рядом с северо-восточным окончанием молодого потока находится хорошо сохранившийся относительно молодой «джокер», продолжающийся на его поверхность (4 на рис. 59), а западнее обнаружены остатки стены (более старого «змея»?), перекрываемые молодым потоком (5 на рис. 59). Следовательно, он излился не раньше энеолита, а возможно, и РБВ.

В и С. На детальных космических снимках хорошо видна сеть древних дорог, связывающих Хирбет-Умбаши и Хебарие (см. рис. 55). В современном виде дороги представляют собой прямолинейные полосы, которые очищены от крупных камней и удобны как для верховой езды и колёсного транспорта, так и для прогона скота. Наиболее выразительна «центральная» дорога шириной до 4 м, прослеженная от южной окраины Хирбет-Умбаши стадии 3 эпохи средней бронзы до центра Хебарие. Её характерная особенность — парные округлые сооружения, расположенные с нерегулярными промежутками по сторонам дороги (1 на рис. 60). Сейчас эти сооружения представляют собой низкие остатки круговых каменных стен диаметром до 3 м. Рядом с «центральной» дорогой проходят ещё две дороги, более узкие и лишённые парных круговых сооружений. Дороги пересекают стены «змей», камни которых удалены с дорог, т. е. дороги моложе.

Дороги пересекаются языком базальтов Кра. В нём различаются две возвышенные краевые части, особенно полно сохранившие морфологию поверхности лавового потока (2 и 3 на рис. 60), и центральная часть, где поверхность лав местами эродирована и покрыта тонким слоем светло-бурой супеси. «Центральная» дорога проходит по поверхности как возвышенных краевых частей, так и центральной части базальтового «языка», почти не изменяя направления и ширины. Две другие дороги прослеживаются в цен-

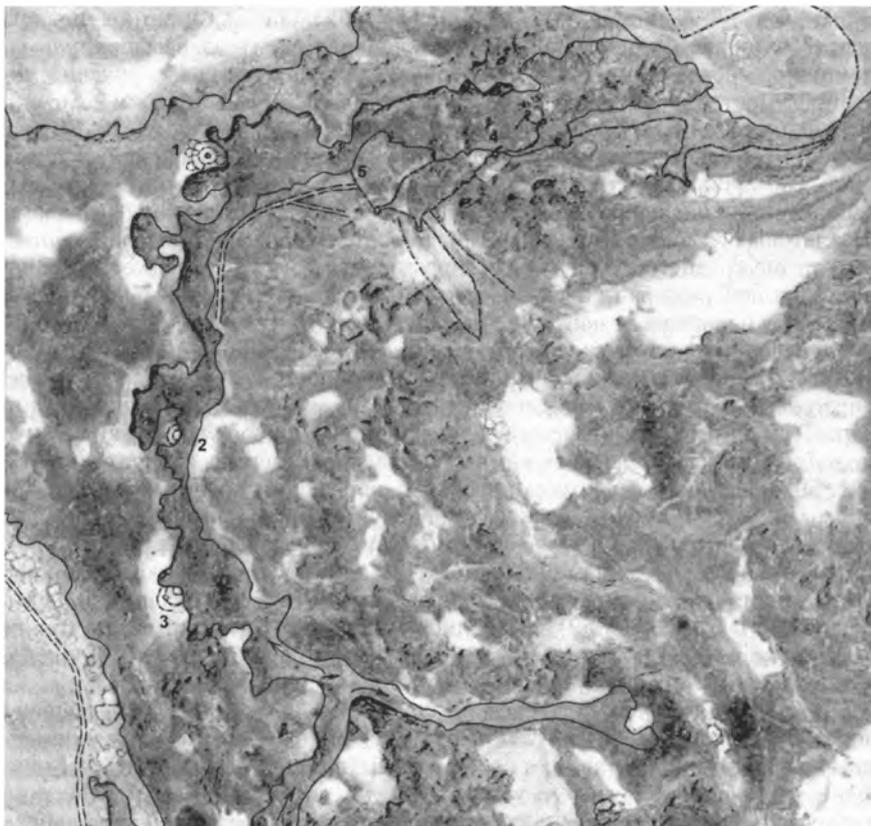


Рис. 59. Детальное космическое изображение участка А (см. рис. 55) лавового поля Кра; молодой поток перекрывает сооружение типа «медуза» (1 и, возможно, 2 и 3) и стену древнего «змея» (5), восточнее которого «джокер» продолжается на молодой поток (4)

Условные обозначения см. на рис. 55

тре «языка», но прерываются на поверхности его краевых возвышенных частей. Очевидно, краевые части представляют собой молодые лавовые потоки, которые излились после сооружения этих дорог, но до прокладки «центральной» дороги. Чуть южнее пересечений видно, что западный крайевой поток залегает на эродированной поверхности более древних лав Кра и отделён от них тонкой линзой светло-бурой супеси.

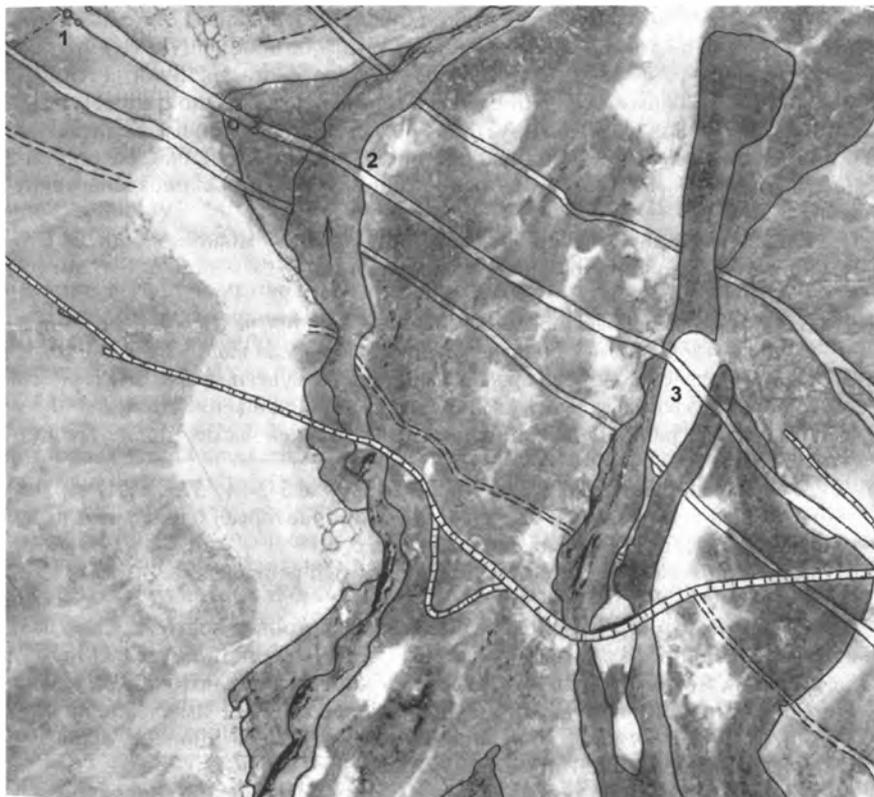


Рис. 60. Детальное космическое изображение пересечения базальтовых потоков Кра с дорогами эпохи ранней бронзы. Все дороги прослеживаются на поверхности ранней генерации базальтов Кра. Два потока поздней генерации (В и С, см. рис. 55) прерывают ранние дороги, но более поздняя «центральная» дорога прослеживается на их поверхности

Условные обозначения см. на рис. 55

«Центральная» дорога прослежена до южного края поселения Хирбет-Умбаши эпохи средней бронзы. Подобные дороги обнаружены и на северном берегу вади Кра, где они обстроены прямоугольными сооружениями стадии 3 (РСБ V–СБВ), но «несогласно» пересекают руины построек стадии 2 (РБВ). Поэтому «центральную» дорогу можно датировать эпохой РСБ V–СБВ. Две дороги, перекрытые краевыми потоками, связывали Хирбет-Ум-

баши и Хебарие на более ранних стадиях их существования. Таковыми могли быть стадия 1, когда Хирбет-Умбаши занимал небольшую территорию северо-западного языка базальтов Кра, или, скорее, стадия 2, когда Хирбет-Умбаши стал большим поселением и его главная часть располагалась севернее лав Кра. Обе стадии датируются эпохой ранней бронзы. Если так, то излияние краевых потоков произошло после стадии 1 или, скорее, стадии 2 существования поселения, но раньше стадии 3, когда была создана «центральная» дорога.

Д. Непосредственно к северу от развалин Хирбет-Умбаши, в обрыве юго-восточного берега вадии Кра снизу вверх залегают:

1. Плейстоценовые массивные базальты, в верхней части местами с подушечной отдельностью; видимая мощность от русла вадии ~2,5 м.
2. Горизонтально-слоистые карбонатизированные супеси, гравелиты и щебень из обломков базальта — отложения террасы вадии конца плейстоцена; ~ 1.5 м.
3. Базальт Кра ранней генерации, плотный в нижней части и пористый сверху; до 3 м.
4. Алеврит мощностью от 5 см до 0,5 м (4 на рис.54; см. 57,В,Г). В верхней части найдены обломки костей и керамики, которые, однако, могли попасть сюда и после извержения базальта 5.
5. Базальт более молодого потока, трещиноватый в нижней части; до 4 м.

Базальтовый поток 5 прослежен на десятки метров к востоку, где в лаву почти вертикального края потока впаяны кости (см. рис. 58, А; 2 на рис. 54). В нескольких метрах от этого обнажения в поверхности потока Кра ранней генерации выработана и частично выложена камнями яма, заполненная костями, которые, согласно описанию Л. Дюбертре и М. Дюноана, испытали термическое воздействие горячей лавы (см. 1 на рис. 54).

Восточнее крепостной стены Хирбет-Умбаши (3 на рис. 54) на карбонатизированных отложениях террасы вадии (аналог слоя 2 описанного разреза) залегают базальты Кра, среди которых также различаются два потока (~3 м каждый) с тонкими линзами шлака в основании. Потоки сложены петрологически сходными базальтами, плотными внизу и пористыми в верхней части. Вероятно, оба потока относятся к ранней генерации базальтов Кра, предшествовавшей заселению Хирбет-Умбаши. Крепостная стена возведена на верхнем потоке и сооружена частично из слагающего его базальта. Севернее она спускается на нижний поток и далее пересекает вадии.

Три приведённых примера показывают, что в пределах базальтового поля Кра есть относительно молодые лавы. Эпоха их излияния отделялась от извержения раннеголоценовых лав продолжительным временем, в течение которого ранние лавы были частично эродированы и покрыты светло-бурой супесью. Молодые потоки прослежены на расстоянии от первых сотен метров (поток в Хирбет-Умбаши) до 2–3 км (потоки В и С между Хирбет-Умбаши и Хебарие). Предполагаемые центры их извержений, морфологически почти не выраженные, выделены лишь по показателям направления течения лав и измене-

нию высоты местности. На участке А молодой поток перекрыл часть «медузы» и, вероятно, стену «змея», т. е. излился не раньше эпохи энеолита и, возможно, РБВ; верхний предел времени излияния неизвестен. В двух других примерах время излияния определяется более точно. Потоки В и С перекрыли дороги, связывавшие Хирбет-Умбаши и Хебарие в РБВ (скорее всего, в стадию 2). На поверхности потока проходит дорога, связывавшая эти поселения в эпохи РСБ V и СБВ (стадия 3). Следовательно, извержение потоков В и С произошло между стадиями 2 и 3 существования Хирбет-Умбаши. Близкие результаты получены в самом Хирбет-Умбаши. Яма, заполненная костями, сооружена на поверхности лав ранней генерации. Керамика и костяная пластинка, найденные среди костей, позволили предположительно отнести заполнение ямы к РБВ. Логично синхронизировать его со стадией 2 развития Хирбет-Умбаши, закончившейся в ~2400 г. до н. э. Кости испытали термическое воздействие молодого потока. На его поверхности возведены сооружения СБВ, а найденная там же керамика относится к СБВ и предшествовавшей эпохе РСБ V, начало которой датируется ~2200 г. до н. э. Таким образом, извержение лавовых потоков В, С и D произошло около 2300±100 г. до н. э.

О «впаивании» костей в базальт можно высказать лишь предположения. Бесспорной представляется связь впаянных костей с молодым потоком, однако нам нигде не удалось обнаружить налегание молодого потока на костеносный горизонт. Базальты с костями встречены на вертикальной стенке края молодого потока и более пологих участках его поверхности. Базальт, в который впаяны кости, отличается от базальта самого потока стекловатой структурой и высокой пористостью. Застывшие капли такого базальта обнаружены рядом с впаянными костями на поверхности более древних лав. Можно предположить, что взаимодействие края двигавшегося полузастывшего потока со скоплением костей вызвало быстрое насыщение лавы флюидами и падение её вязкости, приведшее к локальному выбросу костно-лавовой смеси и формированию пористого базальтового стекла с впаянными костями. Загадкой остаётся присутствие базальта с костями среди камней разрушенных построек Хебарие. Глыбы базальта с костями могли быть принесены туда в ходе строительства от края молодого потока, а могли возникнуть при небольшом местном извержении, хотя его надёжных признаков пока не обнаружено.

Базальты Кра изливались, в первую очередь, по речным долинам (вади). Это вызвало перестройку речной сети, особенно заметную в районе Хирбет-Умбаши (см. рис. 55). Рядом с лавовыми потоками вода прокладывала новые русла. Они разработаны хуже старых, сохранившихся на удалении от голоценовых базальтов. Слабо разработанным новообразованием является весь отрезок вади Кра возле Хирбет-Умбаши. Прежнее русло оказалось погребённым лавами, и его хорошо разработанное продолжение сохранилось за пределами голоценового лавового поля в виде брошенной долины. Перестройка речной сети и нарушения гидрогеологического режима, связанные с извержениями, могли способствовать временному иссушению региона, имевшему место в 2400–2200 г. до н. э. [Nissenbaum, 1994]. Что же касается

предшествовавшей раннебронзовой и последующей среднебронзовой эпох, то обилие жилых построек и костей домашних животных свидетельствует о лучшей обводнённости региона по сравнению с современностью.

2.2.4. Легенда о гибели Содома и Гоморры в сопоставлении с извержением Кра

Наиболее проработанные объяснения гибели Содома и Гоморры как природного события сводятся к четырем гипотезам: 1) резкое изменение климата, 2) наводнение, 3) сильное землетрясение и 4) вулканическое извержение.

1. «*Окрестность Иорданская... прежде нежели истребил Господь Содом и Гоморру, вся до Сигора орошалась водою, как сад Господень, как земля Египетская*» (Быт. 13: 10). Катастрофа уничтожила не только города, но и «*всю окрестность... и произрастания земли*» (Быт. 19: 25). Сопоставив эти сообщения, А. Ниссенбаум [Nissenbaum, 1994] пришёл к выводу, что гибель городов явилась итогом изменения климата. Он свёл воедино исторические, археологические, гидрологические и палинологические данные для территории Палестины, Египта и Южной Месопотамии и показал, что гибель Содома и Гоморры пришлась на эпоху общего иссушения, вызвавшего голод, сокращение населения, разрушение городских поселений, крушение прежде вполне благополучных царств и процветающих земледельческих сообществ и их переход к более примитивным полукочевым способам ведения хозяйства. Этот процесс датируется второй половиной III тысячелетия до н. э. с пиком в XXIV–XXII столетиях. Мы обнаружили признаки подобных климатических изменений того же времени не только в пределах Плодородного полумесяца, но также в Причерноморье, Закавказье и Южной Туркмении [Трифонов, Караханян, 2004]. Вместе с тем, очевидно, что эти климатические изменения охватывали достаточно долгое время (даже в такой неустойчивой области, как Палестина) и не могли быть непосредственным источником гибели Содома и Гоморры. Понимая это, А. Ниссенбаум посчитал вероятным, что «сильное землетрясение, случившееся в этот период, явилось последней каплей, решившей судьбу уже разрушавшегося общества».

2. Страбон в I в. н. э. был, возможно, первым, кто предположил гибель городов от затопления водами вышедшего из своих берегов Мёртвого моря. И. Бентор [Bentor, 1990] развил эту гипотезу. Он обратил внимание на очень малую глубину порога к западу от Лисанского полуострова, отделяющего глубокую северную часть озера от мелководной южной части. Небольших колебаний уровня воды достаточно, чтобы порог сначала преградил доступ северных вод и южная часть озера осушилась из-за сильного испарения, а затем воды вновь проникли в неё. И. Бентор показал, что это происходило неоднократно в исторические эпохи. Он предложил три механизма наводнения: климатически обусловленный подъём уровня озера; понижение порога из-за растворения солей в слагающих его породах; сильное землетрясение. Первый механизм сомнителен в эпоху иссушения, когда уровень озера мог только по-

нижаться. К тому же, как показал А. Ниссенбаум, даже в таких условиях южная часть Мёртвого моря оставалась под водой и там происходила интенсивная садка солей. Если же она осушилась непосредственно перед разрушением Содома и Гоморры, то не могла повсеместно и обильно орошаться пресной водой *«как сад Господень, как земля Египетская»*. Последний аргумент плохо соотносится и со вторым механизмом затопления, предложенным И. Бентором. Остаётся лишь третий механизм — сильное землетрясение.

3. Авторы первых двух гипотез, говоря об изменении климата или наводнении, вынуждены допустить сильное землетрясение как непосредственную причину гибели Содома и Гоморры. Такое объяснение сейчас наиболее популярно. Оно основывается на высокой сейсмичности региона и большом числе сильных исторических и доисторических землетрясений, установленных в Левантской зоне разломов (Трансформе Мёртвого моря). Хотя такое землетрясение вполне могло случиться примерно в то время, им трудно объяснить, как *«пролил Господь на Содом и Гоморру... серу и огонь... и ниспроверг города сии, и всю окрестность сию, и всех жителей городов сих, и произрастания земли»*. Сильное землетрясение может дать в качестве побочного эффекта выделение газа с серным запахом и даже его воспламенение с дымом. Оно разрушает постройки и тем губит жителей, но, деформируя земную поверхность, не может уничтожить *«всю окрестность... и произрастания земли»*. Нет оснований предполагать в указанных районах и возникновение крупного сейсмогенного оползня или селя, тем более что библейский текст никак им не соответствует. К тому же Библия уверенно отличает землетрясение от других стихийных бедствий, говоря *«про Израиль в дни Озии, царя Иудейского..., за два года до землетрясения»* (Амос 1:1) или о том, как *«...вы побежите, как бежали от землетрясения во дни Озии, царя Иудейского...»* (Зах. 14:5). Станным при сильном землетрясении и той глубине его очага, которая типична для этой части Левантской зоны разломов, представляется и тот факт, что Содом и Гоморра погибли полностью, а соседний Сигор, расположенный лишь в нескольких часах пешего хода, не пострадал. Очевидно, в этом случае речь идёт о другом явлении.

4. Блок в 1975 г. высказал предположение, что погибшие города находились возле Мёртвого моря и были разрушены вулканическим извержением с выбросом пирокластики и вулканических бомб. Он посчитал вероятным, что поднявшаяся магма воздействовала на нефтеносные отложения и воспламенила нефть. Подтверждение существования таких отложений Блок видел в том, что *«в долине Сиддим было много смоляных ям»* (Быт. 14:10), которые И. Бентор интерпретировал как асфальтовые колодцы. Главным возражением против гипотезы Блока является отсутствие вблизи Мёртвого моря проявлений голоценового вулканизма.

В свою очередь, И. Бентор обратил внимание на свидетельства вулканического извержения в Исходе — второй книге Пятикнижия. Когда евреи ещё шли к горе Синай, *«Господь шёл пред ними днём в столпе облачном..., а ночью в столпе огня...»* (Исх. 13:21). Непосредственно перед тем, как Бог явился на горе Синай, *«на третий день, при наступлении утра, были громы,*

и молнии, и густое облако над горою, и трубный глас весьма сильный...» (Исх. 19:16). *«Гора же Синай вся дымилась от того, что Господь сошёл на неё в огне; и восходил от неё дым, как дым из печи, и вся гора сильно колебалась»* (Исх. 19:18). *«Весь народ видел громы и пламя, и звук трубный, и гору дымящуюся...»* (Исх. 20:18). Если мы даже не примем во внимание, что исход происходил через несколько столетий и, может быть, через тысячу лет после гибели Содома и Гоморры, никаких свидетельств современного вулканизма в древних докембрийских породах Синая не обнаружено. И. Бентор объясняет это тем, что «Библия часто использует геологические события, но... не очень озабочена их временем и местом, перемещая геологические события так, как удобно для её цели» [Bentor, 1990]. Обсуждая, где создатели легенды могли слышать о проявлениях вулканизма, И. Бентор указывает на молодые проявления вулканизма в районе Друзского массива, т. е. на описанное извержение Кра. Могло ли оно стать источником легенды о гибели Содома и Гоморры?

Описание гибели городов в Библейском тексте содержит атрибуты вулканического извержения: огонь, серный запах, дым от горячей лавы, тефры или пепла, которые, покрывая поверхность, действительно уничтожают всё на ней. И. Бентор аргументировал гибель городов от наводнения распоряжением, которое сделал ангел Божий Лоту: *«Спасайся на горе, чтобы тебе не погибнуть»*. Но уход в горы в равной мере может спасти и от наводнения, и от движущейся вулканической лавы. При разделе с Авраамом Лот *«избрал себе... всю окрестность Иорданскую; и двинулся Лот к востоку... и раскинул шатры до Содома»*. Долина Иордана уже использовалась тогда для земледелия оседлыми ханаанскими племенами. Поэтому Лот, скорее всего, кочевал в более гористых районах. Для кочевого скотоводства нужна вода. Рассматривая с этой точки зрения земли к востоку от Иордана, обнаруживаем, что сейчас наиболее богаты водой северо-западная часть Иордании и соседние районы Сирии. Кочевой образ жизни Авраама и Лота требовал перемещений на значительные расстояния. Они переселились из Харрана (верховья р. Евфрат) в Ханаан и, возможно, побывали в Египте. Поэтому область кочевий Лота, который после раздела с Авраамом *«раскинул шатры до Содома»*, также была велика и могла простирается от Мёртвого моря до Юго-Западной Сирии, и Содом, расположенный на краю этой области, мог находиться на юге Сирии.

Как подтверждение этому, могли бы рассматриваться найденные при раскопках Эблы (Телль-Мардих в 50 км юго-западнее г. Алеппо) древние тексты на глиняных табличках, относимые к аморитскому периоду – предположительно к концу III тысячелетия до н. э. Анализирувавший тексты итальянский учёный Джованни Петтинато обнаружил в них упоминания имени Авраама, Содома и Гоморры, погибших в огне, а также городов Адма и Севоим, располагавшихся по соседству с ними [Келлер, 1998]. Если имя Авраам встречено и в других источниках и не было уникальным в ту эпоху, то упоминание городов более объяснимо, если они располагались не возле Мёртвого моря, а в Сирии. Однако интерпретация текстов предварительная и нуждается в уточнении.

Вместе с тем, принимая гипотезу о расположении Содома и Гоморры на ЮЗ Сирии, мы вступаем в противоречие с некоторыми местами текста Библии. Лот не мог пройти от Содома до Сигора (если последний действительно находился в долине Иордана или возле Мёртвого моря) за несколько часов, поскольку от Хирбет-Умбаши до Иордана 100 км, а до Мёртвого моря — >150 км. Авраам, поднявшись на гору, расположенную западнее Иордана, не мог видеть, что стало с погибшими городами.

Есть неопределённость и с временем событий, причём это относится и к климатической гипотезе А.Ниссенбаума. Согласно библейской традиции, Авраам и Лот покинули Харран за 645 лет до исхода евреев из Египта (XIII в. до н. э.) и, следовательно, жили около 1900 г. до н. э. (хотя есть соображения, что они могли жить позднее — в XV в. [Келлер, 1998]), а описанное вулканическое извержение и климатические изменения имели место во второй половине III тысячелетия, скорее всего в XXIV–XXIII вв. до н. э. Гипотезы, приписывающие гибель городов землетрясению или наводнению, не сталкиваются с той же трудностью лишь потому, что не опираются на конкретный датированный материал.

А. Ниссенбаум относит гибель городов к эпохе патриархов и оценивает её возраст так: «Эра патриархов датировалась XIX или XVIII столетиями до н. э. учёными, которые нашли сходство между Библией и той социальной структурой, что описана в текстах из Мари, датированных началом второго тысячелетия... Другие предположили, что с археологической точки зрения вторая половина III тысячелетия до н. э., т. е. эпоха Бронза-IV (2300–2100 гг. до н. э.), создала наилучшие условия для движения полукочевое население, которое описано в Библии как миграция патриархов» [Nissenbaum, 1994]. Данные о возрасте извержения Кра близки ко второй, археологической, оценке.

Возможно, в библейской легенде о гибели Содома и Гоморры соединены два события. Содом и Гоморра действительно располагались в районе Мёртвого моря или долины Иордана и погибли от природной катастрофы, скорее всего сильного землетрясения или наводнения, спровоцированного таким землетрясением. Но у населения была свежа память о гибели двух других поселений от вулканического извержения, и оба события были отождествлены, что немало усилило дидактический эффект этой легенды о Божьем наказании за грехи. Подобное приписывание одному герою или месту того, что совершено разными людьми или происходило в разных местах, нередко в легендах Древнего Востока, и с его проявлениями мы сталкиваемся вплоть до Средневековья.

Рассмотренный случай особенно интересен тем, что во второй половине III тысячелетия до н. э. произошли одновременно ухудшение климата и геодинамическая активизация, выразившаяся сильными землетрясениями и извержениями вулканов. Этот синхронизм проявился не только на Ближнем Востоке, но и в других местах, и способствовал общему социальному и политическому кризису, охватившему Ойкумену [Трифонов, Караханян, 2004]. К обсуждению таких синхронных природных изменений мы вернёмся в главе 5.

2.3. Великое Минойское извержение Санторина (гибель Атлантиды?)

2.3.1. Данные об извержении на Фере

Остров Санторин (Фера) является частью вулканической дуги, характеризующейся известково-щелочным вулканизмом. Она находится на юге Эгейского моря в тылу Крито-Эллинской дуги и трога перед её фронтом (см. рис. 13 и 36). Как было отмечено ранее [Трифонов, 1999], своеобразис Крито-Эллинской дуги состоит в том, что, помимо пододвигания северного фланга Африканской плиты, представленного Ионической впадиной Средиземного моря, здесь имеет место превосходящий его по интенсивности процесс встречного надвигания дуги. Последнее связано с расширением Эгейского региона в юго-юго-западном направлении вследствие как его поперечного укорочения, так и развития под ним мантийного диапира. Такое наложение проявляется большими скоростями современных тектонических движений с преобладанием сбросовых и сдвигающих перемещений и обилием сильных землетрясений, частота и суммарная энергия которых заметно выше, чем в соседних районах Восточной Ойкумены.

В пределах вулканической дуги существуют несколько островных вулканов центрального типа, извергавших андезитовый и риолито-дацитовый материал в конце среднего и позднем плейстоцене (Милос, Санторин, Нисирос, Кос и Яли), но в голоцене сохранили активность только Санторин и Яли, причём Санторин внёс решающий вклад в объём извергнутого материала. Сейчас Санторин имеет вид подковы, представляющей собой остатки кольцевого обрамления кальдеры диаметром ~13 км (рис. 61). В центре кальдеры возвышаются над уровнем моря острова Палеа-Камени и Неа-Камени. Их формирование началось извержением Иера в 197 г. до н. э. на СВ современного о-ва Неа-Камени. Палео-Камени возник при извержении 46–47 г. н. э. и был достроен извержением 726 г. Современный Нео-Камени начал формироваться при извержениях 1570–1573 гг. и наращивался извержениями 1707–1711, 1866–1870, 1938–1941 и 1950 гг.

Первоначально [Marinatos, 1939] предполагалось, что кальдера возникла при Великом Минойском извержении в середине II тысячелетия до н. э., что в сочетании с подсчётом площади распространения и мощностей пепла, отождествляемого с этим извержением, на дне, островах и побережьях Эгейского и Средиземного морей дало объём извергнутого материала (в пересчёте на плотную породу) ~13 км³ [Thera... (Sullivan), 1990], что примерно соответствует 40×10⁹ т. По мнению Д. М. Пайла, вес извергнутого силикатного материала был ещё больше и мог достигать 53×10⁹ т. Однако дальнейшие исследования показали более сложное развитие событий [Sbrana, Vougioukalakis, 1996]. Первоначальная кальдера возникла не позднее 70 тыс. лет назад. Затем она была заполнена вулканическим материалом и вновь сформировалась в очертаниях, близких к современным, при грандиозном извержении ~21 тыс. лет

2.3. ВЕЛИКОЕ МИНОЙСКОЕ ИЗВЕРЖЕНИЕ
САНТОРИНА (ГИБЕЛЬ АТЛАНТИДЫ?)



Рис. 61. Современный вид кальдеры вулкана Санторин (Фера)

назад. При Великом Минойском извержении произошла лишь достройка кальдеры. Это означает, что объём и вес извергнутого им материала меньше первоначально предполагавшихся, хотя и остаются внушительными.

С. Маринатос [Marinatos, 1939] обнаружил на юге острова, возле современного с. Акротири, остатки города минойского времени, погребённого продуктами Великого Минойского извержения. Археологи, изучающие минойскую цивилизацию и её аналоги на островах Эгейского моря и в материковой Греции, выделяют здесь несколько эпох, которые в дальнейшем описании скоррелированы с археологическими культурами Крита. Погребённый город Акротири был построен на руинах среднеминойского города

эпохи ММ-III и относится к началу позднеминойской эпохи LM-IA. Извержение застало город в пору его расцвета. Значительную роль в жизни города играли мореходство, рыболовство и торговля, дополнявшиеся земледелием, скотоводством и ремесленными производствами.

Раскопки показали, что извержению предшествовало сильное землетрясение, предвестники которого позволили жителям собраться и покинуть город [Thera... (Doumas), 1990]. Об этом свидетельствует отсутствие в материалах раскопок следов погибших людей и драгоценностей. Землетрясение разрушило город. Вернувшиеся после разрушения жители или специальная команда начали расчистку и восстановление. Но восстановительный период был коротким, поскольку нет следов эрозии развалин и накопления её продуктов между постройками. Начавшееся извержение заставило строителей спешно покинуть развалины, не взяв инструменты. Вместе с тем извержение не было внезапным и позволило им покинуть город без потерь. Извержение представлено в Акротири следующим разрезом (снизу вверх) [Thera... (Doumas), 1990]:

1. Тонкая пемза мощностью 2–3 см, покрывшая весь остров; в этот момент всякая активность людей прекратилась, но между накоплением слоёв 1 и 2 был сравнительно продолжительный интервал времени, в течение которого обломки лавы (результат эрозии?) аккумуляровались внутри кратера и были выброшены позднее.
2. Пемза, наполовину смешанная с упомянутыми обломками лавы; 10–15 см.
3. Куски пемзы большего, чем в слое 2, диаметра с существенно меньшим количеством обломков лавы; 15–20 см.
4. Пемза с ещё меньшим количеством обломков лавы; 25–30 см.
5. Куски пемзы более крупного размера без обломков лавы; не менее 50 см.
6. Тефра мощностью 5–6 м; одновременно с ней из вулкана на значительные расстояния выбрасывались глыбы лавы весом до нескольких тонн.

Слои 2–5 накапливались без перерыва и представляют собой единую фазу извержения, в течение которой стены домов ещё стояли и некоторые из них разрушились лишь с накоплением вулканического материала. Образование слоя 6 не отделялось от них заметным интервалом времени. В целом разрез представляет единое извержение плинианского типа, сходное с извержением Везувия 79 г. н. э., похоронившим г. Помпи.

2.3.2. Проявления Минойского извержения-землетрясения в Эгейском регионе

Следы Великого Минойского извержения и предшествовавшего ему землетрясения обнаружены в ряде мест Эгейского региона. В развалинах Кносского дворца на Крите найдены пеплы, возможно представляющие несколько извержений. Из них четыре образца уверенно отождествляются по химизму с рассматриваемым извержением. Отложение этих пеплов предшествовало эпохе LM-IV, т. е.

сопоставляется по времени с извержением Санторина. Примерно к тому же времени относится значительное разрушение дворца, обнаруживающее признаки воздействия сильного землетрясения [Thera... (MacDonald), 1990]. В дополнение к свидетельствам, приведённым А. Эвансом [Evans, 1902, 1930, 1935], К. Макдональд сообщает интересную деталь: последствия землетрясения (и, возможно, извержения?) были столь серьёзными, что их не удалось полностью ликвидировать в течение всей эпохи LM-IB, предшествовавшей вторжению ахейцев на Крит примерно в середине XV в. и новому разрушению дворца.

Пеплы, отождествляемые с Великим Минойским извержением, обнаружены на о-вах Мочлос (у восточной оконечности Крита) и Псейра (у его северо-восточной оконечности). В последнем случае пеплы выпали в конце эпохи LM-IA до разрушения поселения LM-IB. Следы сейсмогенного разрушения, пепел и куски пемзы обнаружены в поселении Пицидия на южном побережье Крита. Пемза и пепел найдены также в поселениях Нируо-Хани, Като-Закрос, Палаикастро и вилле Амнисос. Они частично попали туда не воздушной, а морской транспортировкой, возможно, в результате цунами, возбуждённого вулканическим взрывом. Судя по мощности пепла на дне Эгейского и Средиземного морей, основная масса пеплового выброса была направлена на восток и ЮВ. На турецком побережье обнаружены и следы морской транспортировки пемзы. Прослой пепла мощностью 9–12 см найдены в озёрах Западной Турции; их возрастная привязка недостаточно точна, но не противоречит связи с Великим Минойским извержением.

Интересные данные получены при раскопках городов Сераглио на о-ве Кос и Трианда на о-ве Родос [Thera... (Marketou), 1990]. Оба города, как и Акротири, наследовали более ранние поселения бронзового века и были крупнее их. В обоих поселениях эпоха LM-IA делится на две фазы, между которыми было сильное землетрясение, разрушившее город. При восстановлении улицы были перепланированы. Оно не было закончено, когда случилось второе сильное землетрясение и сразу вслед за ним руины были покрыты слоем пепла, выше которого обнаружены остатки поселений LM-IB. Мощность пепла в Сераглио — 10–20 см. В Трианде она составляет 10–20 см (до 70 см), а южнее города — 40–90 см. Значительная часть прежнего города осталась не восстановленной и покрытой пеплом. Оставшееся население сосредоточилось в прибрежной части. Рядом обнаружено большое кладбище того же времени, где захоронения лишены традиционных украшений и других ритуальных принадлежностей. Вероятно, оно возникло в результате извержения.

Преобладание западных ветров и пустые емкости для сбора зерна и винограда в Акротири указывают на то, что Великое Минойское извержение произошло, скорее всего, в начале лета, до сбора урожая [Thera... (Doumas), 1990].

2.3.3. Проблемы датирования извержения

Существуют два основных источника информации о возрасте Великого Минойского извержения: историко-археологические корреляции и радио-

углеродное датирование. Оба источника содержат не вполне обоснованные утверждения и неопределённости, так что дата извержения до сих пор остаётся предметом дискуссии. Спор идёт о выборе между так называемыми «высокой» и «низкой» хронологиями. Согласно первой, извержение было во второй половине XVII в. до н. э., а согласно второй — во второй половине XVI в.

Археологические датировки опираются на сопоставление культур Эгейского региона с династиями Древнего Египта, которое основывается на взаимопроникновении характерных предметов той или иной эпохи. По «высокой» хронологии эпоха LM-IA соответствует 13-й династии и периоду господства гиксосов в Египте, эпоха LM-IB — концу периода гиксосов и началу 18-й династии, а эпохи LM-II-IIIА:1, наступившие после завоевания Крита микенцами (союз ахейских городов-государств континентальной Греции, возглавляемых Микенами), — периоду от правления Тутмоса III до правления Аменофиса III. Последнее основано на находке в могиле эпохи LM-IIIА в Кноссе скарабея, датируемого началом правления фараона Аменофиса III (1400–1380 гг. до н. э.). По «низкой» хронологии 13-й династии и периоду гиксосов соответствует среднеминойская эпоха MM-III, тогда как эпоха LM-IA параллелизуется с концом периода гиксосов и началом 18-й династии Египта, эпохи LM-IB-II — с правлением Тутмоса III и LM-IIIА:1 — с правлением Аменофиса III.

По мнению П. П. Бетанкура [Thera... (Betancourt), 1990], нет решающих археологических доказательств предпочтения одной или другой хронологии, тогда как А. Ренфрю [Thera... (Renfrew), 1990], с достаточной уверенностью датируя конец эпохи LM-IB (завоевание Крита микенцами) 1450 г. до н. э., считает возможным удревить границу LM-IA и LM-IB в пользу «высокой» хронологии. Представляются, однако, более убедительными хронологические сопоставления П. М. Уоррена [Thera... (Warren), 1990]. По его данным, переход от эпохи MM-IIIВ к LM-IA в Акротири связан с сейсмическим разрушением среднеминойского города. Начало эпохи LM-IA предшествовало воцарению 18-й династии Египта в 1550 г., т. е. приходится на 1600–1580 гг. до н. э. Переход от LM-IA к LM-IB датируется П. М. Уорреном не столь уверенно. Большинство данных, по его мнению, не дают оснований полагать, что этот переход существенно древнее правления Тутмоса III (1479–1425 гг.), и позволяют датировать его ~1480 г., хотя по другой интерпретации эпоха LM-IB могла начаться ещё до 1504 г. Таким образом, эпоха LM-IA продолжалась с 1600–1580 гг. до 1504–1480 гг. до н. э. Разрушение Акротири извержением и непосредственно предшествовавшим землетрясением имело место до конца эпохи LM-IA. Поэтому извержение могло произойти в 1535–1525 или в 1560–1550 гг. до н. э.

Указанный интервал датировки извержения, возможно, косвенно подтверждается расшифровкой приводимых ниже египетских текстов [Thera... (Davis), 1990, p. 233–234]. В третьем пилоне храма в Карнаке (Фивы) найдены фрагменты стелы основателя 18-й династии Яхмеса (Амасиса) I. Интерпретация текста на стеле такова:

...Боги выразили недовольство... Боги сделали так, что восход солнца принёс бурю; потемнело в Западном регионе; солнце вырвалось на свободу без... больше, чем рёв толпы... был мощным... на горах больше, чем вихри воды в пороге Элефантины... Каждый дом, ...каждое жилище, которого они достигали, всплывало в продолжении... дней, как барки из папируса в царской резиденции. Нигде нельзя было даже зажечь факел. Тогда Его Величество сказал: «Как всё это выражает мощь великого бога и божественную энергию!» И Его Величество проследовал в своё судно и его свита последовала за ним. Народ востока и запада безмолвствовал, не имея даже одежды после такого выражения божественной мощи. Его Величество прибыл в Фивы... эта статуя; она получила то, что пожелала. Его Величество ожидал на границе двух земель [Верхнего и Нижнего Египта? — *Авт.*], когда вода сойдёт, не прихватив его людей, чтобы оделить их серебром, золотом, медью, маслом, одеждой и всеми необходимыми продуктами, после чего Его Величество — жизнь, здоровье и сила — остался во дворце. Ему сообщили, что похоронные сооружения захвачены водой, склепы разрушены, кладбищенские ограждения подмыты и пирамиды пострадали. Всё это, ранее существовавшее, уничтожено. Тогда Его Величество приказал восстановить храмы, превратившиеся в руины по всей стране, восстановить монументы богам, починить их ограды, заменить свядственные предметы в комнатах богослужений, реставрировать их места, воздвигнуть на место поверженные на землю статуи, снова возжечь огонь алтарей, поставить на место жертвенники и обеспечить их провизией для жертвоприношений, увеличить доходы персонала, восстановить страну в прежнее состояние. Они выполнили всё, что царь приказал.

Следует заметить, что описание бури на стеле — явление уникальное для Древнего Египта. Очевидно, мощь и последствия катастрофы были экстраординарными. Е. Дэвис полагает, что она могла быть результатом проникновения большого количества пепла в атмосферу при Великом Минойском извержении. Написание имени фараона на стеле заставляет датировать её первыми 22 годами его правления. Очевидно, прошло некоторое время между бурей и сооружением стелы. Это позволило Е. Дэвис датировать бурю в интервалах 1550–1528 или 1539–1517 гг. до н. э., т. е. согласиться с датировкой извержения, предложенной П. М. Уорреном.

Отголоском того же природного события может быть и фрагмент «Медицинского папируса Херста», относящегося также к началу 18-й династии. В нём сказано: «Точно так же, как Сет проклял Средиземное море, Сет проклянёт тебя, о Ханаанская болезнь!» По мнению Г. Гедике, «проклятие моря» отражает действительное событие, возможно цунами в связи с землетрясением перед Великим Минойским извержением, проявившимся в г. Аварисе в дельте Нила.

Своеобразным подтверждением отнесения Великого Минойского извержения и предшествующего ему сильнейшего землетрясения ко второй половине XVI в. до н. э. может оказаться древнегреческий миф о Девкалио-

повом потопе [Фрэзер, 1989]. Миф о Девкалионе, сыне Прометея, упоминается Геллаником и Пиндаром (V в. до н. э.) и позднее Платоном и Аристотелем (IV в.). Согласно Аполлодору (II в. до н. э.), «Зевс решил истребить людей бронзового века движением гор» (землетрясением?) и сильным ливнем, затопившим большую часть Греции. Но «Девкалион по совету Прометея построил... ковчег и... вошёл в ковчег вместе со своей женой Пиррой» и плывал девять дней, пока не пристал к высокой горе (Парнасу или, по другой версии, Отрису в Фессалии). Спасшись таким образом от потопа, Девкалион принёс жертвы Зевсу, и Зевс с помощью Девкалиона и Пирры восстановил человеческий род. Согласно Паросской хронике 265 г. до н. э., это событие имело место в 1530 г. до н. э., что довольно точно совпадает с «низкой» датой Великого Минойского извержения Санторина и предвавшего его землетрясения. Поэтому можно допустить, что миф о потопе, получивший наибольшее распространение в Аттике, т. е. на эгейском побережье Греции, навеян цунами при землетрясении или сильным ливнем, вызванным извержением, хотя окончательная версия мифа, вероятно, сформировалась не без влияния семитов, познакомивших греков с месопотамской легендой о потопе. В позднейшем изложении мифа Лукианом их сходство усиливается.

Таким образом, историко-археологическое датирование Великого Минойского извержения не дало однозначного результата, оставив примерно столетнее расхождение между «высокой» и «низкой» хронологиями. Более убедительными выглядят аргументы в пользу «низкой» хронологии, датирующей извержение второй половиной XVI в. до н. э.

Среди радиоуглеродных датировок Великого Минойского извержения наиболее информативны даты образцов из Акротири. Уже первые определения, хотя и дали значительный разброс и отчасти совпали с историко-археологическими датами «низкой» хронологии, в целом показали более древний возраст, согласующийся с «высокой» хронологией [Thera... (Renfrew; Kuniholm; Manning), 1990]. Возникшее противоречие между радиоуглеродными определениями и историко-археологическими данными побудило продолжить исследования, обратив особое внимание на точность получаемых результатов, а именно на представительный отбор образцов, их очистку от искажающих примесей, методику определения и корректность интерпретации.

Представительность проб, помимо их количества и разнообразия, обеспечивалась отбором лишь того материала, который представлял отрезок времени непосредственно перед извержением или, по крайней мере, предшествовавшим ему землетрясением. Лучше всего для этой цели подходили остатки растительной пищи, брошенные обитателями непосредственно перед катастрофой. Предпочтение отдавалось остаткам однолетних растений: вики, ячменя, бобовых, чечевицы, плодов инжира [Thera... (Nelson et al.; Housley et al.; Hubberten et al.), 1990], хотя в одной группе определений использовались также остатки тамариска с 10-летними кольцами роста [Thera... (Friedrich et al.), 1990].

Определения были выполнены в Радиоуглеродной лаборатории Копенгагена [Thera... (Friedrich et al.), 1990], Оксфордском университете Великобритании [Thera (Housley et al.), 1990], Пенсильванском университете США и Университете Симона Фрейзера в Канаде [Thera... (Nelson et al.), 1990], а также в Германии [Thera... (Hubberten et al.), 1990]. Высокая разрешающая способность измерительной аппаратуры позволяла обходиться весьма малыми пробами, иногда даже отдельными зёрнами растений, подвергая их индивидуальной очистке. На методику последней, особенно удаление загрязнений, обращалось особое внимание. Предпочтение отдавалось разделённым образцам, параллельно исследовавшимся в разных лабораториях. Когда обнаружилось, что удаление загрязняющего углерода по методике, использованной в Университете Симона Фрайзера, дало омоложение возраста проб, в Оксфорде была выполнена серия измерений по той же методике, и она также дала омоложение очищенного остатка на величину до 50 лет, что использовалось в окончательной интерпретации результатов, при которой рассчитывались средневзвешенные значения, представлявшие ряд измерений. Перевод радиоуглеродных дат в календарные годы осуществлялся с помощью калибровочной кривой, причём в последних определениях использовался её уточнённый вариант [Pearson, Stuiver, 1986].

Всего было получено более 100 определений. Они дали следующие результаты. Средневзвешенное значение радиоуглеродных возрастов 26 ранее выполненных определений Пенсильванского университета и Копенгагенской лаборатории — 3367 ± 13 лет [Thera... (Nelson et al.), 1990]. Четыре новых определения Копенгагенской лаборатории дали средневзвешенное значение 3355 ± 32 , что после калибровки соответствует в интервале доверия 1σ календарному возрасту 1690–1625 гг. до н. э. и в интервале 2σ — 1740–1530 гг. [Thera... (Friedrich et al.), 1990]. Средний календарный возраст этих образцов — ~1675 г. до н. э. 11 определений германской лаборатории показали средневзвешенное значение 3355 ± 32 лет, что после калибровки дало средний возраст 1675 г. до н. э., причём очень мало определений указывало на возраст 1550–1450 гг., а большинство соответствовало 1700–1630 гг. [Thera... (Hubberten et al.), 1990].

Сотрудники Университета Симона Фрейзера [Thera... (Nelson et al.), 1990] отобрали 14 проб. Из них было получено 40 образцов, по которым выполнено 70 определений, из них 51 было признано достаточно надёжным для оценки возраста. Применялись разные методы очистки. Стандартная методика дала средневзвешенный радиоуглеродный возраст 3350 ± 50 лет, что в среднем соответствует 1645 г. до н. э. Последовательно применявшиеся два других метода дополнительной очистки внесли мало изменений, хотя в целом несколько удревнили радиоуглеродный возраст, так что средневзвешенное значение всех выполненных определений оказалось 3380 ± 10 лет, что соответствует XVII в. до н. э.

Сотрудники Оксфордского университета [Thera... (Housley et al.), 1990] разделили отобранные образцы на две группы. Первая группа (11 образ-

цов) была проанализирована с использованием стандартной методики очистки. Образцы дали радиоуглеродный возраст 3240–3460 лет при средневзвешенном значении 3357 ± 21 . Вторая группа (четыре образца) подверглась дополнительной очистке от подвижной фракции, признанной загрязняющей, по методике, предложенной Университетом Симона Фрейзера. Разделив «загрязняющую» фракцию и очищенный остаток, получили для них соответственно радиоуглеродные возрасты 3442 ± 38 и 3300 ± 30 лет. Если признать последний действительно соответствующим возрасту события, оно произошло (при калибровке по кривой [Pearson, Stuiver, 1986]) в интервале от 1622/1586 до 1578/1526 гг. до н. э. Учитывая то обстоятельство, что результат оказался моложе возраста образцов, прошедших стандартную обработку, исследователи сочли допустимым систематическое удревнение стандартных определений примерно на 25 лет. Внеся соответствующую коррекцию, авторы получили средневзвешенное значение для скорректированных определений первой группы и очищенного остатка второй группы — 3325 ± 30 лет. После калибровки это дало с вероятностью 68 % календарные возраста от 1674/1606 до 1554/1534 гг. до н. э., причём вероятность того, что извержение произошло в XVII в. — 70 %, а в XVI в. — 30 %.

Итак, полученные значения радиоуглеродного возраста образцов, представляющих время непосредственно перед Великим Минойским извержением или предшествовавшим ему землетрясением, дали широкий разброс. Если исключить особенно древние значения, возможно завышенные или представляющие более раннюю стадию жизни города, большинство определений допускают как «высокую», так и «низкую» хронологию. Однако более вероятным по средневзвешенным значениям групп определений представляется отнесение катастрофы ко второй половине XVII в. до н. э.

Результаты радиоуглеродного датирования Великого Минойского извержения получили косвенное подтверждение в других частях света. В керне льда скважины Dye3, пробуренной в ледниковом щите на юге Гренландии, был обнаружен сильный сигнал кислого вулканизма. Сигнал представлен аномалией содержания изотопа ^{18}O , присутствием нерастворимой пыли и кислотностью льда, выраженной заметной концентрацией H_2SO_4 , HCl и HF [Thera... (Hammer, Clausen, 1990)]. Подсчитанный возраст аномального ледяного слоя — 1645–1644 гг. до н. э. Максимальная возможная ошибка ± 20 лет. Между 1900 и 1300 г. до н. э. другого подобного сигнала не зарегистрировано. Сигнал приписан пеплово-газовому облаку, проникшему в атмосферу при Великом Минойском извержении.

Среди колец роста одного из долгоживущих видов калифорнийской сосны обнаружены редуцированные кольца, возможно отражающее резкое похолодание, датированное 1626 (1627) г. до н. э. [LaMarche, Hirschboeck, 1984]. Дубы Ирландии показали такую же аномалию, начавшуюся немногим раньше 1624 г. до н. э. (~1628 г.) и продолжавшуюся несколько лет [Thera... (Baillie), 1990]. Такие же аномально узкие кольца роста дубов обнаружены в Великобритании (Хашолм, 1620-е годы) и разных районах

Германии (в течение нескольких лет после 1628 г.). Возможная ошибка измерений, по оценкам специалистов, не превышает первых десятилетий. Редукция колец роста связывается с глобальным похолоданием, обусловленным проникновением в атмосферу продуктов Великого Минойского извержения. Подобные похолодания отмечались и при других крупных извержениях, например извержении Тамбора 1815 г. в Индонезии. Показательны в связи с этим свидетельства китайских источников, отметивших «желтый дым, затуманенное солнце и заморозок в июле» в начале правления династии Шань; начало её правления датируется 1618 г. или ~1600 г. до н. э.

Казалось бы, приведённые радиоуглеродные данные и сопоставления не оставляют сомнений в том, что Великое Минойское извержение произошло во второй половине XVII в. или, самое позднее, около 1600 г. до н. э. Однако такая датировка встречает серьёзные возражения. Они касаются как сопоставления извержения с явлениями в других частях света, так и интерпретации самих радиоуглеродных определений.

Вполне допуская, что выявленный эпизод глобального похолодания и кислый слой во льду Гренландии связаны с неким сильнейшим извержением, совсем не обязательно отождествлять его с Великим Минойским извержением Санторина, тем более что количество извергнутого им материала, как было установлено, оказалось существенно меньшим, чем предполагалось вначале [Sbrana, Vougioukalakis, 1996]. Выявлены и другие «претенденты» на то, чтобы создать подобный эффект. Один из них — извержение Авеллино Пра-Везувия. Прежние валовые пробы палеопочвы под продуктами этого извержения дали радиоуглеродный возраст 3700–3800 лет. Однако позднейшие работы показали, что возраст угля и палеопочвы, которые можно считать непосредственно предшествовавшими извержению, составляет 3340±30 лет [Thera... (Nelson et al.), 1990], т. е. близок к возрасту образцов из Акротири. Учитывая такую разницу между прежними и новыми радиоуглеродными определениями, следует обратить внимание также на извержение горы Св. Елены в штате Вашингтон, для которого радиоуглеродный возраст ~3500 лет был получен при анализе образцов подстилающих почвы и торфа.

Особый интерес вызывают данные И. В. Мелекесцева и Т. П. Миллера [1997] о грандиозном извержении Аниакчак на Аляске, при котором образовалась кальдера обрушения диаметров ~10 км — почти того же размера, что и кальдера Санторина, возникшая ~21 тыс. лет назад и обновленная при Великом Минойском извержении. В ходе извержения Аниакчак произошёл выброс дацитовой пирокластики объемом 40–50 км³ (в пересчёте на плотную породу). Это значительно больше, чем при Великом Минойском извержении. Эксплозивный индекс (VEI) извержения Аниакчак (>6) лишь немногим уступает индексу извержения Феры (6,9).

Имеются девять радиоуглеродных дат извержения Аниакчак. Наиболее представительны по материалу и удалённости от вулкана, исключающей возможность заражения вулканическим CO₂, две даты: древесного угля

в основании туфа этого извержения — 3350 ± 200 лет (при калибровке соответствует ~ 1660 г. до н. э.) и торфа, подстилающего тефру извержения, — 3370 ± 90 лет (калибровочный возраст ~ 1680 г.). Обе даты достаточно близки по возрасту к кислоте сигналу во льду Гренландии и эпизоду похолодания, зарегистрированному в Европе, Калифорнии и Китае. В. И. Мелекесцев и Т. П. Миллер справедливо обращают внимание на то, что кальдера Аниакчак гораздо ближе к Гренландии по направлению преимущественного стратосферного переноса пепла и аэрозолей, чем Санторин, и расположена лишь на $8,3^\circ$ южнее скважины Dye3. Выбросы Аниакчака быстро могли достигнуть Гренландии, тогда как выбросам Санторина для этого пришлось бы почти дважды обогнуть земной шар. Сказанное делает извержение Аниакчак наиболее вероятным источником кислотной аномалии во льду Гренландии и, возможно, эпизода похолодания, проявившегося в кольцах роста деревьев.

Что же касается надёжности радиоуглеродного датирования Великого Минойского извержения в Акротири, то следует иметь в виду два обстоятельства. Пробы растительного происхождения могли быть заражены «мертвым» вулканическим CO_2 , попавшим в растения на стадии фотосинтеза. По данным Л. Д. Сулержицкого, на о-вах Кунашир и Симушир (Курилы) такая зараженность существенно удвинула возраст проб на расстоянии до 2 км от вулканов. Семь образцов современных растений из области Эйфель в Германии показали, что вулканический CO_2 сказывается на расстояниях до нескольких сот метров от источника [Thera... (Hubberten et al.), 1990]. Однако 36 газовых проб и образцов известняка и растений с о-вов Палеа и Нса-Камени показали, что сейчас влияние вулканического CO_2 Санторина проявляется лишь в непосредственной близости от его источников. Тем не менее можно допустить, что накануне Великого Минойского извержения выделение вулканического CO_2 в районе Акротири было более интенсивным, чем сейчас, и все растения были в большей или меньшей степени заражены этим газом. Растения, остатки которых из Акротири подверглись радиоуглеродному анализу, вероятно, произрастали в разных частях острова и могли быть заражёнными в разной степени. Это может отчасти объяснить большой разброс полученных дат.

И. В. Мелекесцев и Т. П. Миллер [1997] допускают также возможность сухой возгонки органики из подстилающей почвы под действием тепла, аккумулированного в мощной толще пироклаستيки; залегающий непосредственно под ней древесный уголь и другие растительные остатки выступают в качестве сорбента. По данным И. В. Мелекесцева, при извержении вулкана Безымянный на Камчатке в 1956 г. удревнённая таким способом обугленная древесина дала возраст на несколько столетий раньше извержения.

Наряду с отмеченными факторами может существовать и общий источник ошибок радиоуглеродного датирования Великого Минойского извержения, обусловленный особенностями используемой калибровочной кривой. Обратив на это внимание, Б. Венингер [Thera... (Weninger), 1990]

попытался объяснить ими не только расхождение между археологическими и радиоуглеродными датами Санторина, но и поразительное противоречие в египетской хронологии. Средневзвешенное значение шести радиоуглеродных определений возраста погребальной лодки фараона Сесостриса III (1878–1843 гг. до н. э.) — 3593 ± 29 лет, что соответствует календарному 1955 ± 55 г. до н. э. Время правления Сесостриса III фиксируется точно, поскольку 7-й год его правления отмечен восхождением Сириуса, которое было в 1872 г. до н. э. Это расхождение можно объяснить древностью дерева лодки. Но возможно и другое. Участки калибровочной кривой около 1850 и 1550 гг. до н. э. характеризуются резкими «всплесками», которые могли исказить перевод радиоуглеродных дат в календарные. На рис. 62 представлена двумерная гистограмма Б. Венингера, где по оси ординат показана совокупность радиоуглеродных дат Акротири, а по оси абсцисс — их принятое календарное соответствие. Но если допустить, что календарные даты должны определяться не по основному тренду кривой, а по «всплеску» в районе 1550 г., то их возраст как раз и сместится в область этого всплеска, т. е. станет соответствовать «низкой» хронологии.

Таким образом, вопрос о «высокой» или «низкой» дате Великого Минойского извержения остается открытым. Тем не менее нам представляется,

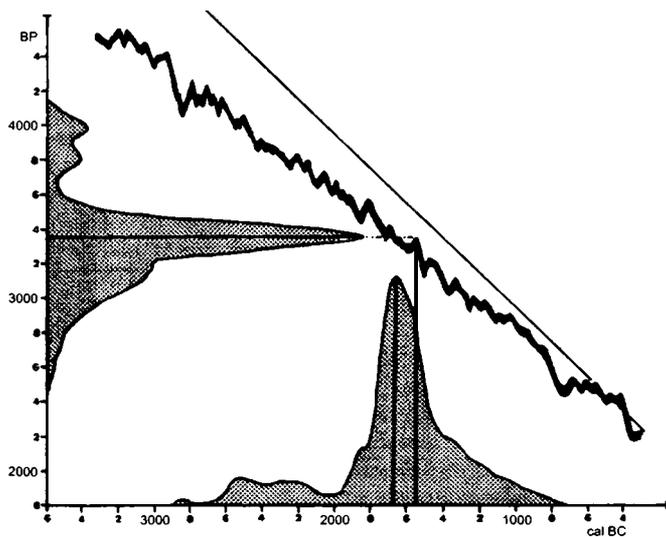


Рис. 62. Диаграмма сопоставления радиоуглеродных (BP) и калиброванных до нашей эры (cal. BC) дат Великого Минойского извержения с использованием калибровочной кривой Г. Пирсона и М. Стьюера [Thera... (Weninger), 1990]

что аргументов в пользу «низкой» даты, т. е. второй половины XVI в., больше, чем в пользу «высокой» даты, т. е. второй половины XVII в. до н. э.

2.3.4. Великое Минойское извержение и Эгейский мир

Крит был заселён в VII тысячелетии до н. э. народом неолитической культуры, вероятно приплывшим из Малой Азии. Позднее их могли дополнить выходцы из Северной Африки и материковой Греции [Молчанов, 1980]. Сначала они жили в пещерах. Затем появились дома из сырцового кирпича на каменных фундаментах, укреплённые в антисейсмических целях деревянными связками. Население занималось сельским хозяйством, но своеобразие придавали мореходство, рыболовство и другие морские промыслы. Широко использовался лес, позднее ставший одним из источников экспорта.

В первые века III тысячелетия до н. э. осуществляется переход к бронзовому веку и складывается своеобразная культура, названная А. Эвансом минойской по имени легендарного царя Миноса (некоторые историки полагают, что Минос — фамилия правящей династии или титул типа египетского фараона). А. Эванс [Evans, 1902, 1930, 1935] выделил в этой культуре три периода: раннеминойский (EM, ~2800–1900 гг.), среднеминойский (MM, 1900–1700 гг.) и позднеминойский (LM, 1700–1100 гг. до н. э.). Каждый период был разделён на фазы.

Тип раннеминойских жилищ, унаследованный от неолита, претерпел усложнение. Дома стали больше, иногда двух- и трёхэтажными; появились световые колодцы. Но существенного социального неравенства в характере построек не отмечается. Об этом же свидетельствуют обширные родовые захоронения в виде округлых построек диаметром ~10 м, где столетиями хоронили представителей одного клана. Такое сооружение было обнаружено в Миртосе возле поселения, существовавшего с ~2600 по 2200 гг. до н. э.

В среднеминойский период появляются дворцовые комплексы, обнаруженные в Кноссе, Фесте, Маллии, Закросе и других местах. Каждый из таких дворцов — это множество помещений, парадных, жилых, культовых и хозяйственных, включая мастерские ремесленников и разнообразные кладовые. Они связаны переходами и лестницами. В крупнейшем Кносском дворце, отождествляемом с Лабиринтом древнегреческих мифов и занимавшем площадь >1,5 га, все эти постройки органично группируются вокруг центрального двора — возможного места религиозных церемоний или народного собрания. Строительство дворцов предполагает обособление правителей и окружавшей их знати от основного населения — земледельцев и ремесленников.

Многочисленные поступления продуктов питания и других изделий населения, натуральная оплата труда ремесленников, строительные и другие повинности, международная меновая торговля излишками продовольствия

и ремесленных изделий требовали учёта ранжированной армией чиновников, что привело к возникновению письменности. Она проделала обычный путь от рисунков конкретных предметов (пиктограмм) к словесным иероглифическим изображениям предметов и понятий, и, наконец, ограниченному набору слоговых знаков — силлабограмм, использовавших лишь первый слог прежнего словесного символа. Этот набор, по-видимому, содержал не более 60–70 символов, что объяснялось особенностями минойского языка, пока не отождествлённого ни с одним из известных языков: в нём существовали лишь слоги, состоявшие из гласных или согласных с последующими гласными, но отсутствовали двоянные согласные или слоги с согласной на конце [Молчанов, 1980]. Постепенное упрощение написания привело к распространению слогового линейного письма А, хотя до конца среднеминойского периода с ним сосуществовало иероглифическое словесно-слоговое письмо, представленное, например, текстом так называемого фетского диска.

Таким образом, на рубеже ранне- и среднеминойского периодов на Крите сложилось раннеклассовое общество, в котором богатая правящая верхушка пользовалась продуктами труда земледельцев и ремесленников. Не следует думать, что такая эксплуатация непременно была принудительной. Раннегосударственные объединения Крита, скорее всего, имели теократический характер, т. е. правители гражданские были и верховными жрецами [Андреев, 1989]. Натуральные и трудовые повинности населения в пользу дворца — центрального святилища могли быть добровольным «богоугодным» делом. К тому же это была страховка на случай неурожая или стихийного бедствия и форма перераспределения продуктов производства между тружениками (обеспечения ремесленников питанием, а земледельцев ремесленными изделиями). До конца среднеминойского периода государственные объединения, группировавшиеся вокруг дворцов, вероятно, оставались независимыми. На это указывают остатки сторожевых башен и постов на подступах к дворцам и крепостные стены вокруг дворцового комплекса в Маллии. Свидетельством в пользу независимости может быть и фетский диск, если верна его интерпретация как договора между правителями Крита [Молчанов, 1980].

Насколько позволяет судить точность датирования, большинство среднеминойских дворцов были разрушены одновременно, вероятно, катастрофическим землетрясением. На их месте были возведены дворцы позднеминойского периода, ещё более величественные. Выделяется Кносский дворец, правители которого в начале позднеминойского периода (LM-IA), по-видимому, подчинили себе остальных правителей. Об этом свидетельствует сеть дорог, созданных на всей обитаемой территории острова.

Великолепие Кносского дворца — не только в его размерах. Здесь нашли воплощение многие технические и культурные достижения минойской цивилизации. Освещение и вентиляция помещений дворца обеспечивались световыми колодцами, окнами, лоджиями и террасами, куда выходили внутренние покои. Кровля залов и лоджий поддерживалась колоннами. Бы-

ли созданы водопровод и система канализации, обеспечивавшая сток бассейнов, ванн и туалетов. Залы, переходы и покои дворца украшались великолепными фресками с реалистичными картинами природы, растительными и животными орнаментами, сценами религиозной и светской жизни обитателей дворца. Отсутствуют изображения правителей, сражений и сцен охоты. Всё указывает на мир, безмятежность и благополучие. О них свидетельствуют и разнообразные предметы обихода и изысканная керамика стиля «камарес», пользовавшаяся спросом в других странах.

Своеобразна знаменитая фреска игры с быком. По-видимому, она была отражением религиозного культа. Религия пронизывала все сферы жизни. Насколько позволяют судить археологические находки, главным объектом религиозного поклонения была великая богиня — мать-прародительница, владычица, божество плодородия. Известна она и в грозном обличье Горгоны с волосами в виде извивающихся змей. Главным воплощением разрушительных сил природы — землетрясений, штормов, цунами, представлявших большую и часто напоминавшую о себе опасность для жителей Крита, вероятно, было мужское божество в образе могучего и свирепого быка. Отражением его культа были не только упомянутая фреска, но и многие архитектурные детали. На некоторых минойских печатях бог-бык изображён в виде человека с бычьей головой [Андреев, 1989], что вызывает в памяти древнегреческий миф о Минотавре.

Найдены несомненные признаки человеческих жертвоприношений, а П. М. Уоррен обнаружил в подвале здания к СЗ от Кносса даже свидетельства ритуального каннибализма. Жертвами были дети и молодые люди. Совершались ли подобные ритуалы лишь ввиду признаков надвигающейся катастрофы или были более обычными «превентивными» мерами, неясно. Археологи Я. и Э. Сакеллараки склоняются к первой точке зрения, а П. М. Уоррен считает вполне допустимой вторую. Я. и Э. Сакеллараки обнаружили под обломками святилища в Аменоспилии в нескольких километрах к югу от Кносса связанную жертву и жрецов, приготовившихся к жертвоприношению. Все они погибли при катастрофическом землетрясении, возможно, именно том, которое непосредственно предшествовало Великому Минойскому извержению. Как бы то ни было, подобный ритуал вновь воскрешает миф о Минотавре, согласно которому он пожирал молодых людей, поставлявшихся Афинами Миносу в качестве дани.

Дань, которую платили Афины, ставит вопрос о взаимоотношениях Кносской державы с другими обитателями Эгейского мира. Влияние минойской культуры распространялось на многие острова Эгейского региона. Оно выявлено археологическими находками на Кикладах, Милосе, Фере, Косе, Родосе, Кипре и малоазиатском побережье вблизи Милета, локальные культуры которых без труда коррелируют с минойской. Значительные следы минойского влияния видны и в микенской культуре материковой Греции этого периода.

Начиная по меньшей мере со среднеминойской эпохи критский флот осуществлял регулярное сообщение и торговлю со странами Эгейского региона

и Восточным Средиземноморьем и поддерживал сеть минойских торговых постов и поселений на этих территориях. Это осуществлялось не без военного давления. Древнегреческий историк Фукидид (V в. до н. э.) писал, что Минос «приобрел господство над большей частью Эллинского моря. Он стал владыкой Кикладских островов и первым основателем колоний на большинстве из них, а изгнав карийцев, поставил там правителями своих сыновей. Он же начал и истреблять морских разбойников, чтобы увеличить свои доходы, насколько это было в его силах» [Удивительные эгейские царства, 1997].

Торговые контакты Минойской державы распространялись ещё шире, вплоть до Месопотамии и Пиренеев. Важнейшими торговыми партнёрами Крита были государства сирийско-финикийского побережья и Египет. Крит экспортировал продукты питания и прежде всего оливковое масло, а также керамику, благовония, ювелирные и другие ремесленные изделия и, вероятно, лес. Соответственно, на Крит поступали медь и олово (вероятно, в основном с Кипра и некоторых Эгейских островов), ценные породы камня (с островов Эгейского моря и Пелопоннеса), пурпур и слоновая кость (из Сирии), золото, серебро, алебастр, льняные ткани и ювелирные украшения (из Египта).

Таким образом, в начале позднеминойской периода (эпоха LM-IA) сформировалась мощная Минойская держава, объединившая под властью кносских правителей весь Крит и распространявшая свое влияние и, вероятно, административную власть на значительную часть Эгейского региона и ахейских городов-государств материковой Греции. Опорой безопасности, могущества и благосостояния Минойского государства был мощный флот, господствовавший в Эгейском регионе и способный к достаточно удалённым регулярным плаваниям. Именно контролем морских путей можно объяснить тот факт, что минойские дворцы того времени, и в частности Кносс, были лишены оборонительных укреплений, хотя, как показывают результаты раскопок, минойцы владели всеми видами современного оружия. В таких условиях моряки должны были пользоваться особым почётом и уважением. Возможно, именно их отражает одна из фресок Акротири, где изображена процессия горожан, встречающих прибывшие в залив корабли.

Господство и влияние кносских правителей, видимые проявления сложившегося образа жизни сохранялись и в последующую эпоху LM-IB. К этому времени относятся свидетельства дипломатических контактов Минойской державы и Египта как равноправных партнеров, обнаруженные на изображениях времени правления фараона Тутмоса III (1504–1450 гг. до н. э.), и указания на деловые отношения с Кефтиу (так египтяне называли минойцев) в записях ~1500 г. до н. э.

Но внезапно Минойская держава рухнула. Во всех дворцах и крупных поселениях Крита обнаружены следы разрушения, разгрома и пожара, датированные 1470–1450 гг. до н. э. На Крите утверждается господство ахейцев. Из всех разрушенных дворцов лишь Кносс был восстановлен и использовался

новыми хозяевами. Это было завоевание, которому, по мнению некоторых исследователей, предшествовали внутренние раздоры, восстание населения или сильное землетрясение. Смена власти была настолько существенной, что изменился даже язык дворцовых записей. Завоеватели пользовались линейным письмом В, которое явилось приспособлением прежней письменности для передачи архаичного греческого (ахейского) языка [Ventris, Chadwick, 1973].

Греки-ахейцы вторглись на территорию Греции с севера в конце III тысячелетия до н. э., существенно потеснив и частично истребив прежних обитателей — пеласгов, возможно родственных минойцам [Андреев, 1989]. На базе местных культур эпохи энеолита и ранней бронзы и под сильным влиянием минойской цивилизации ахейцы сформировали своеобразную микенскую культуру. Её развитие наиболее исследовано в Микенах — крупнейшем и типичном поселении этой культуры, где постепенно сложилось примитивное государство во главе с царским родом, резко обособленным от основной массы населения. Рост социального неравенства фиксируется сравнением инвентаря погребений относительно скромных ранних царских могил «круга Б» (самые ранние из них датируются второй половиной XVII в. до н. э.) с открытыми Г. Шлиманом богатыми «шахтными гробницами» XVI в. до н. э. [Андреев, 1989].

Микенская культура достигла наивысшего расцвета в XV в., когда она охватила весь Пелопоннес, Центральную Грецию и значительную часть Северной Греции (Фессалии). Однако и в эту эпоху и позднее, после крушения Минойской державы, микенские города-государства, по-видимому, не объединялись административно и даже враждовали друг с другом. Об этом свидетельствуют серьёзные укрепления городов и следы их разрушений, далеко не всегда связанных с землетрясениями. Вместе с тем они могли объединяться перед лицом общего врага, как это произошло под предводительством царя Микен Агамемнона во время Троянской войны (в первой половине XIII в., согласно археологическим данным, отождествляющим «гомеровскую» Троию со слоем Троя VIa). Возможно, победа над минойцами была достигнута такими же союзными усилиями.

С разгромом Минойской державы ахейцы распространили свою власть на весь Эгейский регион и перехватили прежние торговые контакты минойцев. В своей захватнической политике они пошли дальше, развязав Троянскую войну за влияние на западе Малой Азии. Господство микенцев в Кносском дворце закончилось около 1380 г. до н. э., когда дворец погиб в пожаре. Неясно, было ли это результатом землетрясения, внутренних раздоров или очередного вторжения с материка. Оно знаменовало окончательную гибель минойской культуры, после которой Крит стал периферией Греко-Эгейского мира. Однако ахейское владычество продолжалось, и новые власти, согласно Гомеру, даже участвовали в Троянской войне на стороне греков.

Прежние исследователи минойской цивилизации датировали Великое Минойское извержение первой половиной XV в. до н. э. и полагали, что оно

стало непосредственной причиной крушения Минойской державы, вызвав массовую гибель населения, разрушения, гибель флота и тем самым сделав Крит легкой добычей ахейских завоевателей [Marinatos, 1939]. Это мнение получило распространение и в российской литературе [Андреев, 1989; Милановский, 1988; Резанов, 1988]. Позднее, однако, выяснилось, что извержение и непосредственно предшествовавшее ему сильное землетрясение произошли раньше падения Минойской державы и отделены от него эпохой LM-IB, которая даже по «низкой» хронологии продолжалась 50–100 лет [Thera... (Warren), 1990]. Можно ли говорить в таком случае о каком бы то ни было влиянии этой природной катастрофы на судьбу минойской цивилизации? Нам кажется, что можно.

В результате катастрофы погиб город Акротир на подвластной Кноссе Фере, а он был важным портом на трассах морских сообщений минойцев. Были разрушены поселения на Косе и Родосе, и есть достаточно убедительные свидетельства того, что в Трианде на Родосе были многочисленные жертвы, население существенно сократилось и восстановленный город вплоть до ахейских завоеваний так и не достиг прежних размеров [Thera... (Marketou), 1990]. Тем самым ослабели форпосты минойцев на пути в Восточное Средиземноморье. Следы пеплопада и значительных сейсмических разрушений обнаружены в разных частях самого Крита. Это не могло не сопровождаться гибелью людей как непосредственно в результате катастрофы, так и от её последствий в виде падежа скота. Вероятно, пострадал и минойский флот от возможного цунами. В разрушенном Кносском дворце так и не была восстановлена вплоть до вторжения ахейцев (и, тем более, позднее) знаменитая канализационная система. Всё это показывает, что экономика Минойской державы и, вероятно, численность населения существенно пострадали от Великой Минойской катастрофы.

Продолжение в таких условиях прежней экспансионистской политики, содержание поселений и постов на обширной подвластной территории, не прекращавшаяся в течение десятилетий война с ахейцами-микенцами привели в конечном счёте к истощению Минойской державы и определили исход войны в пользу её противников. Их вторжение было жестоким и разрушительным. После него минойская цивилизация так и не возродилась, но оставила заметный след в культуре завоевателей и через них оказала влияние на культуру классической античной Греции. Таким образом, хотя Великая Минойская катастрофа и не явилась непосредственной причиной гибели цивилизации, она повлияла на её крушение в сочетании с политическими и социальными причинами.

В заключение остановимся на распространённом мнении о том, что сведения о Великом Минойском извержении послужили основой для легенды Платона о гибели Атлантиды, содержащейся в его диалогах «Тимей и Критий». Впервые идею, что Атлантида могла находиться в Эгейском море, высказал Л. С. Берг в 1928 г. Позднее её конкретно отождествили с Санторином или Минойской державой в целом, а гибель связали с Ве-

ликим Мinoйским извержением [Marinatos, 1939; Резанов, 1988; Милановский, 1988]. В тексте Платона можно найти достаточно параллелей для такого сопоставления, хотя он относил гибель Атлантиды к гораздо более древним, исторически неоправданным временам. Это и свидетельства высокого уровня цивилизации, и указания на многолетнюю войну с греками, и описание кольцевого устройства центрального города-порта, в котором усматривается сходство с кальдерой Санторина, и, наконец, само описание природной катастрофы, постигшей Атлантиду. Всё это делает отождествление гибели Атлантиды с Великим Мinoйским извержением вполне обоснованным.

Глава 3

Климат, активная тектоника и общественное развитие

3.1. «Неолитическая революция» и факторы возникновения древнейшего земледелия в Плодородном полумесяце

Важнейшее значение в развитии человечества имела неолитическая революция — переход от охоты и собирательства к производящей экономике, основанной на земледелии и приручении животных. Раньше всего, в самом конце плейстоцена, земледелие возникло в Индокитае, но не привело там к радикальной перестройке экономики. Решающее значение для развития общества имел переход к производящей экономике в самом начале голоцена в области так называемого Плодородного полумесяца — выпуклой на север дуги, окаймляющей Аравийскую плиту и охватывающей территории Израиля, Ливана, Западной Сирии, Юго-Восточной Турции, Северного Ирака и Западного Ирана (рис. 63).

Для его обеспечения населению были необходимы, как минимум, следующие условия.

1. Стационарные поселения.
2. Приспособления для обработки земли, сбора и хранения урожая.
3. Надлежащие погодно-климатические условия.
4. Подходящие угодья.
5. Возможность полива в жаркий и сухой сезон.
6. Наличие посадочного материала.

Выполнение первых двух условий было предопределено предыдущим этапом социально-технологического развития, когда в ходе интенсивного собирательства начали возникать стационарные поселения и создаваться необходимый для земледелия инвентарь (серпы с вкладышами, зернотерки, ямы для хранения продуктов и т. п.). Возможно, их дополнила необходимость в новых источниках питания, обусловленная истощением охотничьих угодий. Этот фактор пока представляется проблематичным, поскольку в ряде изученных поселений ранних земледельцев охота оставалась основным источником мяса. Как показано ниже, третье условие удовлетворялось потеплением и, что особенно важно в жарком климате, увлажнением, наступившими в позднем и послеледниковое время, а три остальных условия обеспечила активная тектоника, и прежде всего система активных разломов и связанных с ними структур, обрамляющая выступ Аравийской плиты.

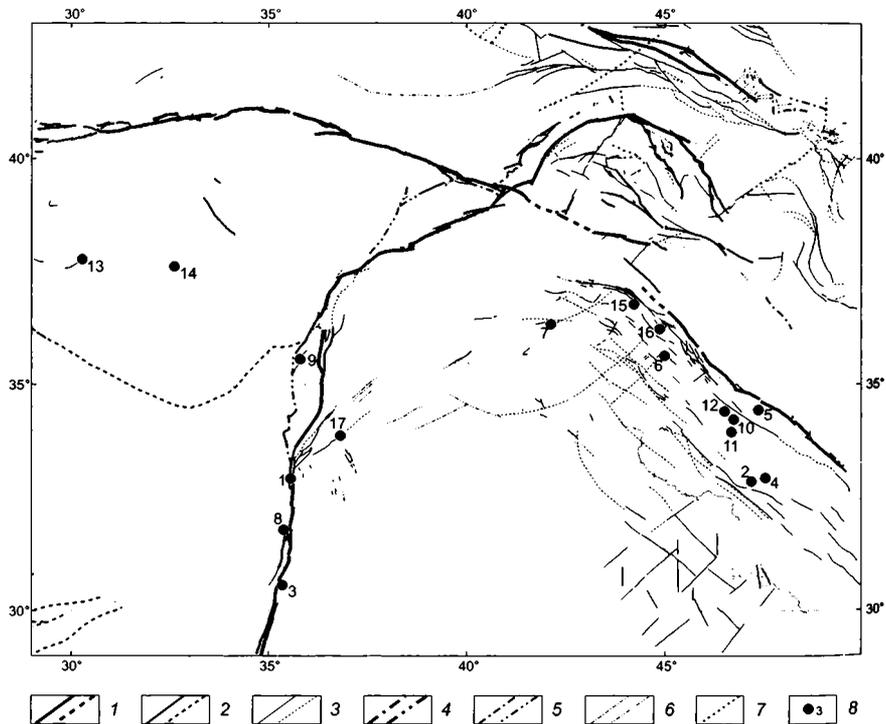


Рис. 63. Карта древнейших обнаруженных земледельческих поселений и активных разломов «Плодородного полумесяца»

1–6 — активные разломы (слева достоверные, справа предполагаемые): 1–3 — разломы с проявлениями активности в позднем плейстоцене и голоцене, включая современность, со средними скоростями движений V , мм/год: 1 — $V \geq 5$, 2 — $1 \leq V < 5$, 3 — $V < 1$; 4–6 — разломы с проявлениями активности в среднем плейстоцене и, возможно, позднее со средними скоростями движений V , мм/год: 4 — $V > 5$, 5 — $1 < V < 5$, 6 — $V < 1$; 7 — скрытые активные разломы, выраженные на поверхности лишь косвенными признаками; 8 — древнейшие земледельческие поселения (цифры на карте): 1 — Айн-Меллаха (Эйнан), 2 — Али-Кош, 3 — Бейда, 4 — Бус-Морде, 5 — Гандж-Дере, 6 — Джармо, 7 — Джебел Магзалия, 8 — Иерихон, 9 — Рас-Шамра (Угарит), 10 — Тепе-Асьяб, 11 — Тепе Гуран, 12 — Тепе-Сараб, 13 — Хаджилар, 14 — Чатал-Хююк, 15 — Шанидар и Зави-Чеми, 16 — Шимшара, 17 — Ябруд

3.2. Активная тектоника Плодородного полумесяца как фактор возникновения земледелия

Как медленные, так и импульсные (сейсмогенные) перемещения по разломам, накапливаясь, приводили к формированию специфических форм рельефа, обусловивших в ряде случаев пути миграции и хозяйственную деятельность человеческих сообществ.

Крупномасштабные длительные вертикальные перемещения зафиксированы в Гималаях, на Тибете, его северном и западном обрамлениях. Современная скорость воздымания, по данным повторных геологических наблюдений 1959–1961 и 1980–1981 гг. [Zhang Quinsong et al., 1991], достигает в Куньлуне 1–7 мм/год, а на северо-восточной окраине Тибета – 3–4 мм/год. Она возрастает от 1–8 мм/год на севере до 5–11 мм/год на юге плато, вблизи Гималаев, составляя в среднем для Тибета 5,8 мм/год. Гималаи поднимаются ещё быстрее. Этот процесс протекал интенсивно в течение всего голоцена и конца плейстоцена, но чѐм свидетельствует тот факт, что изученные в бассейне Нынги на левобережье Брахмапутры озѐрные отложения с радиоуглеродным возрастом ~36 тыс. лет, которые, судя по составу и палинологии, формировались на высотах до 1500–2000 м, сейчас подняты ещё на 900–1400 м [Мурзаева, 1991]. Амплитуда воздымания Южного Тибета с конца среднего плейстоцена оценена в 1700 м [Min Longrui, Yin Zhanqiu, 1991]. За последние 20 тыс. лет поднятие хребтов Памира и Центрального Тянь-Шаня составило 150–200 м, а их предгорий – 20–50 м [Развитие..., 1993].

Воздымание Гималаев, Тибета и соседних горных сооружений, происшедшее в позднем плиоцене и квартере неравномерно, но в целом с ускорением [Li Jijun, 1995], явилось преградой для тёплых и влажных индоокеанических муссонов. Это привело к аридизации Тибета и более северных областей Средней и Центральной Азии, что имело ряд важных для нашего рассматривания следствий. Во-первых, масштабы позднплейстоценового оледенения в регионе оказались более скромными, чем ранне-среднеплейстоценового [Додонов, 2002]. Преобладали каровые и горно-долинные ледники. Во-вторых, земледелие в Средней и Центральной Азии в условиях существенного иссушения вынуждено было опираться на ирригацию, и масштабы его испытывали заметные временные вариации в зависимости от климатических изменений (см. раздел 3.4). К этому следует добавить, что эти высочайшие горные сооружения затрудняли контакты между двумя важнейшими соседними центрами цивилизаций – индийским и китайско-центральноазиатским, обусловив их относительную культурную изоляцию.

Обратимся к соотношениям проявлений активной тектоники и следов древнейшего земледелия в Плодородном полумесяце. Основные пункты, где зафиксированы такие следы, тяготеют к крупным зонам активных разломов, обрамляющих Аравийскую плиту (см. рис. 63). На западной границе плиты это Левантская левосдвиговая зона, к грабенам которой приурочены Мёртвое море, долина Иордана и впадина Эль-Габ, и кулисно подставляющая её на севере Восточно-Анатолийская зона с оперяющими её нарушениями. Вдоль северо-восточной границы плиты проходит Главный современный разлом Загроса — правый сдвиг, кулисно подставляемый на северо-западе восточным окончанием крупнейшей Северо-Анатолийской правосдвиговой зоны. На юго-востоке Главный современный разлом, вероятно, продолжается Дена-Казерун-Боразджанской системой разломов и рядом других активных разломов меридионального и северо-северо-западного простираний, также с преобладающей правосдвиговой компонентой смещений. С ними сочетаются активно развивающиеся продольные надвиги, взбросы, флексуры и молодые складки Внешнего Загроса. Северо-западнее, в Юго-Восточной Турции, сейчас продолжается поддвиг северного окончания Месопотамского прогиба под тектонические зоны Альпийско-Гималайского пояса, а перед его фронтом, на юге Турции и северо-востоке Сирии, растут краевые складки, сходные со складкам Внешнего Загроса.

Развитие указанных разломов и складок в неоген-четвертичное время (см. главу 1) предопределило ряд ландшафтных особенностей региона, благоприятствовавших возникновению земледелия. Это прежде всего межгорные впадины и предгорные равнины с плодородными почвами на аллювии. Они орошались реками, сравнительно небольшими, но достаточно полноводными и удобными для отвода вод на поля. Естественное дождевое орошение дополнялось тем, что хребты, сопряжённые с разломными уступами, задерживали циклонические ветры, увеличивая количество осадков. Вдоль активных разломов нередко располагались источники подземных вод, обеспечивавшие население водой в эпохи относительной аридизации и в засушливые сезоны. Такой источник до сих пор функционирует в Иерихоне. Приразломные долины, орошаемые реками и содержащие источники подземных вод, служили трассами древних коммуникаций — путями миграции населения, обмена сырьём, продуктами производства и техническими достижениями, способствуя распространению производящей экономики.

Таким образом, представляется несомненной роль активной тектоники в создании таких предпосылок древнейшего земледелия в Плодородном Полумесяце, как подходящие для этого земельные угодья, их относительная обводнённость дождями, ручьями и реками, наличие источников подземных вод. Возникшее земледелие поначалу было неорошаемым, но наличие в предгорьях и межгорных впадинах небольших рек и ручьёв позволило разработать технологию примитивного орошения и мелиорации, позднее усовершенствованную и с блеском применённую в долинах крупных рек. Обратимся теперь к ещё одному фактору становления земледелия — наличию посевного материала.

3.3. Геохимические аномалии и мутагенные изменения в зонах активных разломов

Н. И. Вавилов [1935, 1965] исследовал области распространения диких предков культурных растений, очертил и охарактеризовал их ареалы. Плодородный полумесяц попал в Юго-Западноазиатский центр происхождения культурных растений, где были обнаружены дикие предки всех растений, культивировавшихся ранними земледельцами. При этом подчеркивалось «совпадение ареалов первичного формообразования для многих видов и даже родов. В ряде случаев можно говорить об одних и тех же ареалах буквально десятков видов. Географическое изучение привело к установлению целых культурных самостоятельных флор, специфичных для отдельных областей» [Вавилов, 1935].

Выделенные Н. И. Вавиловым ареалы распространения отдельных видов растений и область Юго-Западноазиатского центра превосходят по размерам Плодородный полумесяц. Вместе с тем в итоге полевых исследований Н. И. Вавилов отметил концентрацию в отдельных участках больших эндемичных групп, видов и разновидностей растений. Н. И. Вавилов был склонен объяснять такие скопления природным разнообразием и относительной изоляцией участков в условиях контрастного горного рельефа. С этим можно согласиться лишь отчасти. Скопления эндемичных форм, как правило, совпадают с зонами активных разломов и связанных с ними структур, что позволяет поставить вопрос о роли тектонических процессов в их образовании.

С особенностями напряжённо-деформированного состояния активных зон, их повышенной трещиноватостью и обводнёностью, смещениями по разломам связано появление геохимических и геофизических (гравитационных, электромагнитных и тепловых) аномалий. Выполненный в 1988–1990 гг. международный аэрокосмогеологический эксперимент «Тянь-Шань-Интеркосмос-88» имел целью выявить и оценить современную активность зон разломов региона с помощью всех доступных аэрокосмических средств при синхронном использовании геолого-геоморфологических, геофизических, геохимических и геодезических методов наземного наблюдения [Трифонов, Макаров, 1989]. В зонах разломов были обнаружены магнитные аномалии, испытывавшие кратковременные вариации, и гидрогеохимические аномалии.

На рис. 64, по данным А. В. Абдуллаева, представлено содержание ртути и радона вдоль поперечных профилей через активные зоны Чонкурчакского взброса в Северном Тянь-Шане и крупнейшего Таласо-Ферганского сдвига в Центральном Тянь-Шане. В Чонкурчакской зоне пики содержания радона и ртути обнаружены вблизи выхода разлома на поверхность, причём пик радона несколько смещён к югу, в сторону надвинутого крыла, что может

свидетельствовать о его поступлении на поверхность с больших глубин, чем ртути. В осевой части Таласо-Ферганской зоны, более мощной и длительно развивающейся, отмечено снижение концентрации ртути по сравнению с фоновым, вероятно, из-за высокого дренажа. Её повышенные концентрации приурочены к краям зоны. Интересными оказались результаты биогеохимического опробования люцерны с однотипных полей на Файзабадском разломе (сегмент Сурхоб-Илякской активной зоны на южном фланге Тянь-Шаня), в зоне соседнего слабо активного разлома и вне таких зон [Лукина и др., 1991]. Оказалось, что в зоне разлома трава содержит тяжёлых металлов (Fe, Mn, As, Zr, Nb) в 1,5–2 раза больше, чем на удалении от разлома (табл. 4).

Более разнообразные определения геохимической специализации были сделаны А. С. Караханяном на профиле через разлом Спитакского землетрясения 1988 г. в Северной Армении через несколько лет после этого сейсмического события. В одних и тех же пунктах наблюдений определялись содержания элементов в горных породах, почве и растениях (рис. 65). Выявленные изменения частично связаны с общими различиями состава пород крыльев разлома: северное (взброшенное) крыло сложено более мафическими образованиями, обязанными присутствию пород офиолитового комплекса Мезотетиса, а в южном крыле широко распространены верхнемеловые карбонаты. Поэтому в северном крыле повышено содержание Mg и Fe, а в южном — Ca. Эти различия от пород к почвам и растениям сглаживаются, а для Ca и вовсе пропадают.

На фоне указанных различий в крыльях разлома обнаружены возрастания концентраций ряда элементов с приближением к разлому и их падения на расстоянии в десятки метров от его выхода на поверхность. Эти аномалии связаны с повышенной трещиноватостью зоны разлома, притоком глубинных минерализованных вод и её повышенным дренажом метеорными водами. Непосредственно вблизи выхода разлома на поверхность понижается содержание Na, Mn, Co, Se и Ga. Слабее такое понижение выражено у Fe и Ti. Дефицит Co уменьшается от пород к почвам. При общем дефиците Mn над разломами отмечается слабый пик его содержания в растениях приразломной части взброшенного крыла. Недостаток Na возрастает от пород к растениям. Проявляется он и в содержании Si. Вместе с тем подвижность некоторых элементов приводит к обогащению ими растений. Так, понижение содержания Mg и Ca в породах и почвах зоны разлома сменяется пиком их количества в растениях. Напротив, повышенное содержание V в породах приразломной части южного крыла становится пониженным в растениях.

Большая часть перечисленных элементов поступает или удаляется из зоны активного разлома в результате водного и гравитационного переноса терригенного материала или в качестве положительных ионов в поверхностных и подземных водах. Радон, весьма типичный для активных разломов, является компонентой глубинных флюидно-газовых эманаций. В их составе на поверхность поступают и отрицательные ионы. Повышенные содержания ионов Cl^- и SO_4^{2-}

Таблица 4. Содержание тяжёлых металлов в люцерне полей, расположенных на южной границе Тянь-Шаня в зоне активного разлома и вне её [Лукина и др., 1991]

Положение поля	Содержание элементов (ppm)			
	Mn	As	Zr	Nb
Файзабадский активный разлом	880	32	10	18
Ходжа-Обигармский слабоактивный разлом	340	16	8	5
Вне активных разломов	250	13	0	0

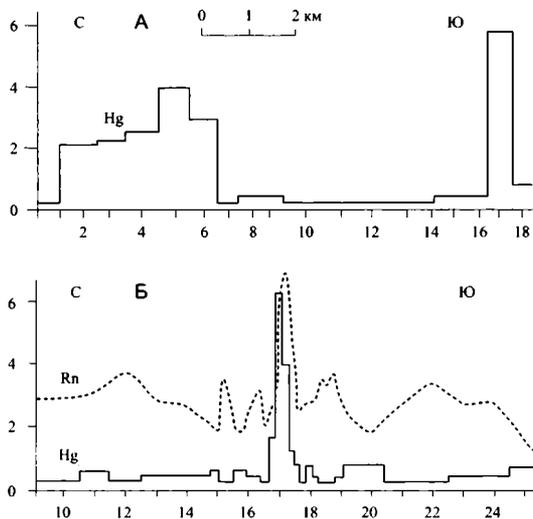


Рис. 64. Аномальные содержания ртути и радона в зонах Таласо-Ферганского разлома, Центральный Тянь-Шань (А) и Чонкурчакского разлома, Северный Тянь-Шань (Б), по данным А. В. Абдуллаева [Трифонов, Караханян, 2004]

По горизонтальной оси точками показаны пункты измерений поперек разломов; по вертикальной оси — содержания ртути (в 10^{12} г/л) и радона (в усл. ед.). Зона Чонкурчакского разлома неширока, и аномальные содержания почти совпадают с его выходом на поверхность; небольшой сдвиг пиков аномалий друг относительно друга может быть обусловлен тем, что разлом наклонён, и радон поступает на поверхность с большей глубины, чем ртуть. Зона крупнейшего Таласо-Ферганского разлома шире, и её раздробленная центральная часть промывается водой. Поэтому аномальные содержания ртути приурочены к краям зоны, тогда как в центре они близки к фоновым

были обнаружены в современных донных осадках Севана в зоне Ханарасарского разлома, ответвляющегося на п-ове Артенис от Памбак-Севанской зоны на ЮВ (рис. 66). Максимальное содержание иона Cl превосходит 1 мг/г, а иона SO_4^{2-} достигает 3 мг/г [Асланян, Сатиян, 1987; Karakhanian et al., 2001].

Геохимические аномалии оказывают патогенные воздействия на живые организмы, и в частности человека. В некоторых зонах крупных активных разломов Армении отмечен гигантизм дождевика *Calvania* sp. и плодов грецких орехов. Наблюдались болезненные деформации древесных стволов лоха *Elaeagnus orientalis*: венцеобразные повреждения, искривления и утолщения прикорневой части. Внешне они аналогичны тем, которые наблюдались на улицах Еревана с повышенной плотностью транспортного потока. У жителей с. Вардадзор, расположенного в зоне разлома Камо на юго-западном побережье Севана, особенно широко распространены зубные болезни. Они явились следствием использования обогащенных фтором вод из подземных источников активной зоны.

Воздействия активных разломов на живые организмы подвержены временным колебаниям, и их показателем могут служить изменения сейсмичности. Так, со строительством и введением в действие Разданского гидроузла в 1938 г. началось и с 1950 по 1963 г. происходило особенно интенсивно падение уровня Севана. В итоге оно достигло 16 м. По мнению специалистов, именно с этим было связано резкое возрастание количества планктона в озере, наблюдавшееся во второй половине 70-х годов (рис. 67). Однако в 1979 г., при том же и даже немного более низком уровне озера, содержание планктона резко упало. Это коррелирует с возрастанием слабой сейсмичности, предшествовавшим Спитакскому землетрясению 1988 г. [Karakhanian et al., 2001]. Отражившаяся в ней активизация разломов могла вызвать усиление глубинных эмонаций, губительных для планктона. Вероятно, с ними связаны выделения метана (см. рис. 66) и массовый мор озёрной рыбы в 1984 г. После

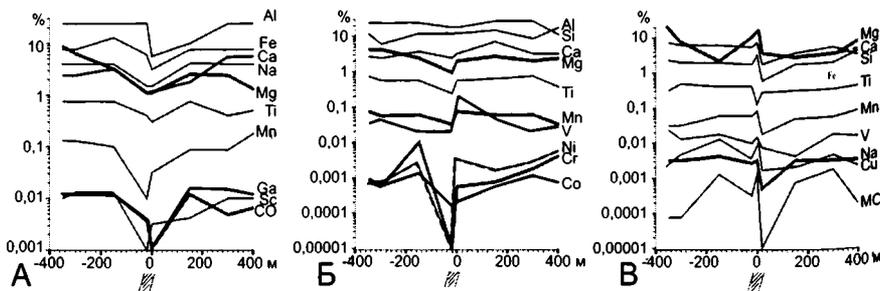


Рис. 65. Изменения содержания различных химических элементов в горных породах (А), почве (Б) и растительности (В) поперёк простирания разрыва Спитакского землетрясения 1988 г. юго-западнее г. Спитак [Трифонов, Караханян, 2004]

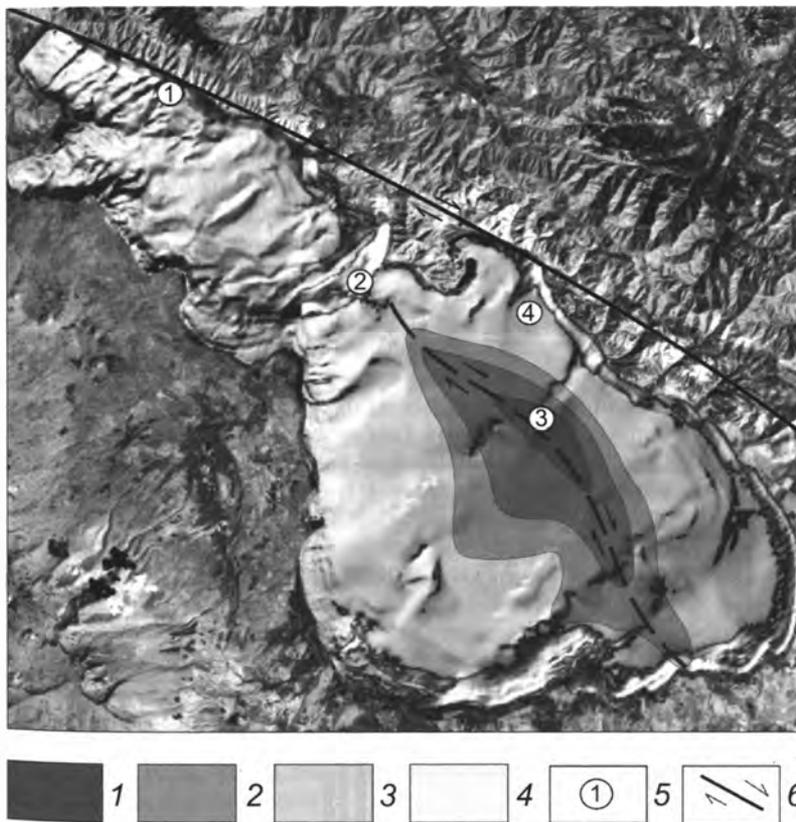


Рис. 66. Аномальные содержания анионов Cl^- и SO_4^{2-} в донных осадках и метана в поверхностных водах оз. Севан [Karakhanian et al., 2001]

1–4 – содержание аниона Cl^- , мг/100 г: 1 – >100 , 2 – 50–100, 3 – 30–50, 4 – <30 ; 5 – пункты 1–4 с высоким содержанием метана; в пункте 3, по данным М. А. Сатиана, содержание аниона SO_4^{2-} в донных осадках достигает 300 мг/100 г; 6 – активный разлом

Спитакского землетрясения сейсмичность упала, и содержание планктона вновь возросло, почти достигнув уровня 1976–1978 гг.

Возможно, такой же временный характер имеет двукратное (с 0,035 мU/мг в контрольных образцах вне зоны разлома до 0,072 мU/мг) возрастание в зоне Спитакского сейсморазрыва после 1988 г. показателя РАL-активности кустарника *Astragalus penduliflorus*. Этот показатель характеризует содержание

в растении фенилаланина аммония — фермента, вырабатывающего в растении цепь антистрессовых реакций. На патогенное воздействие сейсмического события 1988 г. указывают и данные Х. Егязаряна о распределении больных врождённой глаукомой в Спитакском административном районе. До землетрясения на территорию, ставшей его плейстоценовой областью, приходилось 60,7% от общего числа больных, а после землетрясения их стало 74,6%.

На восточном окончании зоны Памбак-Севанского активного разлома (северо-восточное побережье Севана) у 72% обследованных ящериц *Lacerta valentini* отмечено ненормальное строение черепа в теменной и височной частях, а также костей области анального отверстия, что может быть связано не только с изолирующим популяцией строением зоны активного разлома, но и его мутагенным воздействием. Эта проблема была исследована Н. Н. Воронцовым и Е. А. Ляпуновой [Vorontsov, Lyapunova, 1984]. При изучении генетических характеристик слепушей надвида *Ellobius talpinus* они выявили участки с большим процентом особей, отличающихся от нормальных мутантными кариотипами (робертсоновскими транслокациями). Указанный надвид, распространённый от юга Украины до Большого Хингана, представлен видами *E. talpinus* s. str. (хромосомные характеристики $2n=NF=54$) на западе и *E. tancrei* ($2n=54$; $NF=56$) и *E. alicus* ($2n=52$; $NF=56$) на востоке. В Сурхобской зоне активных разломов на границе Памира и Тянь-Шаня (см. раздел 1.2.2) и в меньшей степени в зоне активных раз-

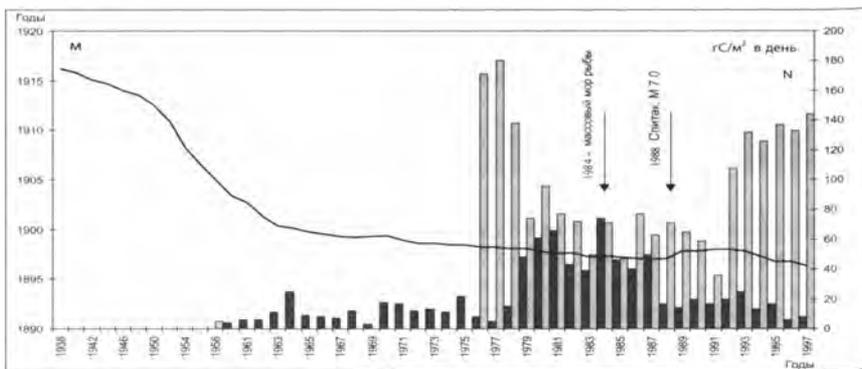


Рис. 67. Гистограмма сопоставления количества планктона в оз. Севан, резко возросшего в 1976 г. и затем упавшего, с числом землетрясений в год, фиксируемым с 1979 г.; 1984 г. отличался пиком сейсмичности и массовым мором рыбы в озере [Karakhianian et al., 2001]

1 — количество землетрясений N; 2 — содержание планктона, гС/м² в день; 3 — кривая изменения уровня Севана, м

ломов района оз. Чатыр-Кель на Тянь-Шане выявлены многочисленные формы с робертсоновскими транслокациями $2n=32-52$ (рис. 68).

Обратив внимание на приуроченность высокой изменчивости хромосом к крупнейшей сейсмически активной зоне, Н. Н. Воронцов и Е. А. Ляпунова обобщили данные о других случаях подобной изменчивости слепушей. Все они оказались приуроченными к активным зонам с интенсивностью сейсмических сотрясений $I \geq 8$: для вида *Microspalax leucodon* в Болгарии, Югославии (и, возможно, также Румынии, Греции и Турции, где данных для окончательного суждения пока недостаточно), и для вида *Microspalax ehrenbergi* в Левантской зоне разломов на территории Израиля, Ливана и Сирии. Подобная изменчивость была установлена и для других мелких грызунов. Так, стабильный кариотип домовый мышь *Mus musculus* ($2n=NF=40$) нарушается в некоторых горных сейсмически активных районах Альп, Апеннин, Пиренеев, Динарида и Гималаев. Сопоставление результатов, полученных в Италии [Саранна, 1982], с картой сейсмического районирования страны показало, что подавляющее большинство робертсоновских транслокаций ($2n=22-28$) приурочено к зонам с интенсивностью сотрясений $I \geq 8$, тогда как нормальные особи преобладают в областях с более слабой сейсмичностью.

У полёвок рода *Clethrionomys* ($2n=54$) мутантная форма Y-хромосомы обнаружена в высокосейсмичных областях юга Италии, Югославии, Тянь-Шаня, Алтая, юга Байкала, Курильских островов и Японии. У полёвки *Pitymys subterraneus* из Западной Европы ($2n=54$) мутантные формы встречены только в Югославии, Болгарии и Татрах. В Байкальском рифте отмечена высокая изменчивость хромосом у некоторых полёвок рода *Microtus* и хомячков рода *Cricetulus*. В сейсмически активных районах запада США выявлена широкая изменчивость хромосом у роющих грызунов — гоферов. В дальнейшем она была установлена для субальпийских полёвок Закавказья [Ляпунова и др., 1988], особенно ярко проявленная в зоне Ханарасарского активного правого сдвига.

Причина описанной изменчивости дискуссионна. Изоляция популяций, неизбежная в условиях расчленённого горного рельефа, может скорее закреплять возникшие изменения, чем быть их причиной. Показательно в этом отношении, что на весьма расчленённом Большом Кавказе обнаружены всего два хромосомных варианта субальпийских полёвок, а в менее расчленённых зонах активных разломов Армении выявлено пять кариотипов [Ляпунова и др., 1988]. По мнению Н. Н. Воронцова и Е. А. Ляпуновой, изменчивость могла предопределяться изменениями стресса и других геодинамических параметров, но скорее зависела от геохимических проявлений тектонической активности: повышенного радиоизлучения и выноса на поверхность соединений тяжёлых металлов.

Выявленные вариации кариотипов ещё не означают образования новых видов, но являются его необходимым условием. О том, что описанные процессы в зонах живых разломов, и прежде всего их геохимическая активность, могли быть источником видообразования, свидетельствует распространение эндемичных видов растений на территории Армении (рис. 69).

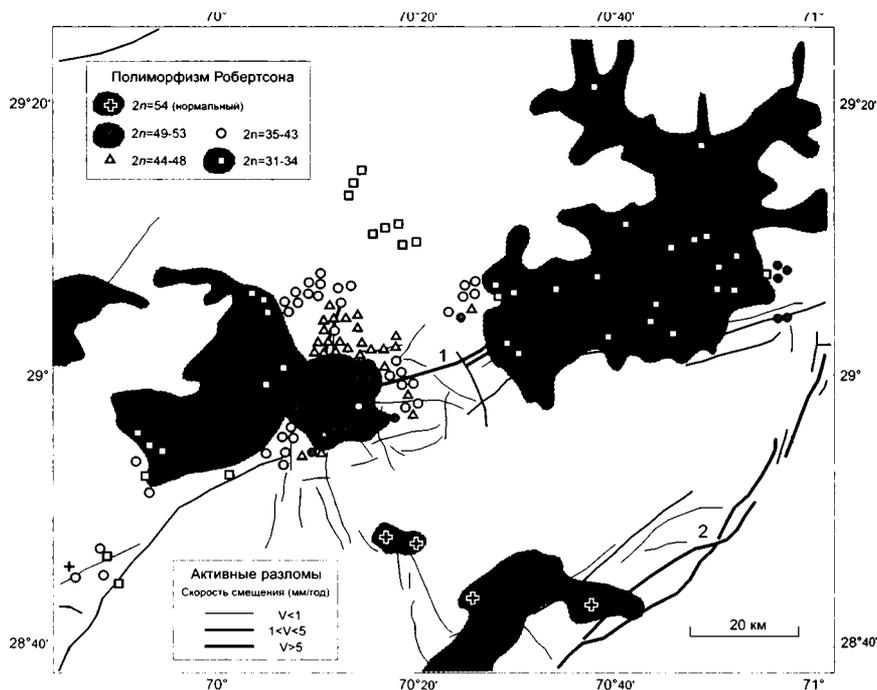


Рис. 68. Распределение робертсоновских транслокаций у слепушей *Ellobius tancrei* [Vorontsov, Lyapunova, 1984] в восточной части Сурхоб-Илякской зоны активных разломов на границе Памира и Тянь-Шаня

Их подавляющее большинство найдено только в таких зонах или в непосредственной близости от них. Все четыре выявленных местонахождения *Sambucus tigrani* Troitzk. приурочены к Гарнийской, Гегамской и Ахурянской зонам разломов, четыре из пяти местонахождений *Isatis arnoldiana* N. Bisch. — к Памбак-Севанской и Ахурянской зонам, а три из четырёх местонахождений *Merendera Mirzoevae* Gabr. — к южной части Хапарасарской зоны. В последней находятся два местонахождения *Thlaspi zangezorum* Tzwel. Три участка распространения *Isatis sewavgensis* N. Bisch. и единственный участок *Alyssum hajastanum* V. Avet. локализованы на востоке Памбак-Севанской зоны, четыре участка *Centaurea hajastana* Tzwel. — в Ахурянской зоне, а два участка *Ribes armenium* Pojark. и единственное местонахождение *Smyrniopsis armena* Schischk. — на юго-востоке Гегамской зоны. К юго-восточным ветвям Гарнийской зоны приурочены все местонахождения *Sesili leprokladum* Woronow и *Sameraria odontophora* Bordz. (по два участка),

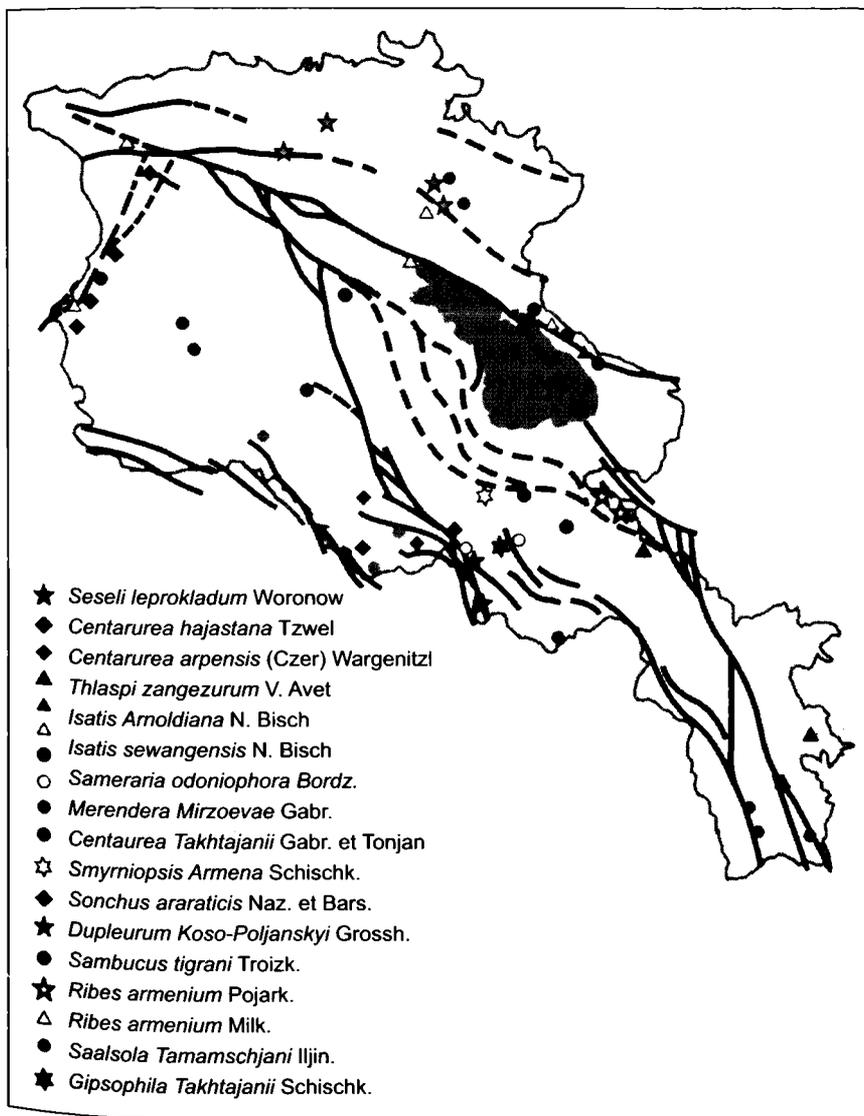


Рис. 69. Сопоставление местонахождений растений-эндемиков с активными разломами Армении (составлено с использованием «Красной книги Армении»)

Sentaurea arpensis (Czer) Wargenitzl (три участка) и *Gipsophila takhtajanii* Schischk. (один участок). Там же и на южном разломном ограничении Апаратской долины находятся два места распространения *Saalsola tamamschjani* Iljin. К последнему приурочено и единственное местонахождение *Sonchus araraticis* Naz. et Bars.

Мутагенное воздействие активного разломообразования могло обеспечить отмеченное Н. И. Вавиловым большое разнообразие полезных растений в отдельных участках активных зон. Это позволило первым земледельцам выбрать формы наиболее продуктивные и пригодные для культурного воспроизведения.

Обратимся теперь к роли климата в становлении древнейшего земледелия.

3.4. Климатические изменения в эпоху последнего оледенения и после него (конец плейстоцена — голоцен) и их проявления в Плодородном полумесяце

В конце плейстоцена и голоцене территория Восточного Средиземноморья, Западной и Центральной Азии испытала сложные климатические изменения. Они определялись в первую очередь деградацией и исчезновением последнего крупного оледенения Земли и связанными с этим изменениями атмосферной циркуляции, уровня моря и морских течений, характера растительности, а позднее — расселением и хозяйственной деятельностью человека, проявлявшейся как непосредственно, так и через воздействия на биосферу. Эти климатические изменения наиболее контрастно выразились в ледниковых и перигляциальных областях. Среди них нам особенно интересны климатические события в Восточной Европе, оказавшие воздействие на климат Плодородного полумесяца.

3.4.1. Восточная Европа

Эпоха последнего крупного оледенения Европы, называемого вюрмским, валдайским или висленским, началась ~90 тыс. лет назад и содержала несколько стадий относительного потепления, объединяемых в средневалдайскую эпоху. На этом фоне поздневалдайское оледенение выделяется как наиболее суровое за весь плейстоцен. Оно началось ~24 тыс. лет назад глубоким похолоданием и имело два главных центра: Скандинавский и Новоземельский. Продвижение льдов от этих центров на Русскую равнину не

было синхронным: подморенные отложения имеют возраст ~24 тыс. лет в бассейнах Мезени и Печоры и лишь 18–17 тыс. лет в бассейнах Немана и Западной Двины [Развитие..., 1993]. Ледовый язык максимальной фазы на короткое время (≤ 4 тыс. лет) достиг Валдая. На Западной Двине, в слоях с радиоуглеродным возрастом 17460 ± 210 лет, зафиксированы среднеянварские температуры на $10-14^\circ\text{C}$ и среднеиюльские — на $2-3^\circ$ ниже, чем сейчас. Безморозный период был на 1–1,5 месяца короче современного. Граница многолетней мерзлоты спускалась до $49-50^\circ$ с.ш. Ландшафты перигляциальной области были сходны с современной арктической тундрой при большой сухости климата.

Сразу после максимальной фазы началась дегляциация, протекавшая неравномерно [Развитие..., 1993]. В результате её первой стадии ледники отступили на востоке на 100–150 км, а на западе — в среднем на 80 км, после чего ~16 тыс. лет назад имел место короткий вековский эпизод продвижения льда вперёд до Балтийской гряды и бассейна Онеги. Дальнейшее отступление было прервано лужской подвижкой ледника (~13 тыс. лет назад). Возобновившееся потепление бёллинг ($12\ 750-12\ 250$ лет) привело к сокращению площади оледенения на треть. Его прервала невская подвижка ледника, соответствующая «старому дриасу» (~12 тыс. лет;), когда возникло I Балтийское ледниковое озеро. Затем наступило потепление аллерёд (радиоуглеродные даты $11,4 \pm 0,2$ тыс. лет). Скорость дегляциации возросла, но остатки Скандинавского ледника и примыкавшее к ним холодное I Иольдиево море делали потепление весьма относительным. На северо-западе Русской равнины зимние температуры были на 8° , а летние — на $3-4^\circ$ ниже современных. Южнее, на 50° с.ш. и в центре Украины, и зимние и летние температуры уступали современным лишь на 1° , но повсеместно осадков выпадало на 100 мм/год меньше, чем сейчас. Последовавшее непродолжительное похолодание «молодой дриас» (~10,5 тыс. лет назад), при котором Иольдиево море вновь стало ледниковым озером, ужесточило климатические условия. На северо-западе Русской равнины зимние температуры стали на 14° , летние — на 6° , а среднегодовые — на 10°C ниже современных. На Украине зимние температуры были на 6° , летние — на $3-4^\circ$ и среднегодовые — на 4° ниже современных. Из-за блокировки западных воздушных масс остатками Скандинавского ледника было очень сухо: осадков выпадало на 250 мм/год меньше, чем сейчас [Климанов, 1990].

Голоцен начался потеплением. Максимальное потепление наступило 6,5 тыс. лет до н. э. На северо-западе Русской равнины зимние температуры ещё были ниже, чем сейчас, а летние приблизились к современным. На северо-востоке зимняя и летняя температуры были немного выше современных, и осадков было больше примерно на 50 мм/год. В центре условия мало отличались от современных, а на Украине зимние температуры были ниже, чем сейчас, на 2° , но летние приблизились к современным [Климанов, 1990].

Вторая половина атлантики, называемая атлантическим оптимумом (4–3 тыс. лет до н. э.), была теплейшим временем в Восточной Европе, да и в

других регионах Северной Евразии [Изменение..., 1999]. Потепление особенно сказалось на севере Русской равнины. Там зимние температуры были более, чем на 2°, а летние на 4° выше современных, так что среднегодовые температуры превышали современные на 3°. Количество осадков севернее 70° с.ш. было больше, чем сейчас, на 100 мм/год и более. К югу возрастание температур уменьшалось и различия с современностью не превышали 1°. В Предкавказье и на Нижней Волге температуры были близки к современным. В центре равнины осадков было на 50 мм/год меньше, а на Нижней Волге — на 100 мм/год больше, чем сейчас.

Начало суббореального периода (~2 тыс. лет до н. э.) ознаменовалось заметным похолоданием и иссушением. ~1,5 тыс. лет до н. э. наступило новое потепление. В среднем, температуры стали выше современных, но ниже, чем в атлантический оптимум. Наибольшее возрастание температур, как зимних, так и летних (на 2–3°), зафиксировано на севере Русской равнины. В центре зимние температуры были на 1° выше, а летние почти не отличались от современных. На юге летние температуры были близки к современным, а зимние, особенно на юго-востоке равнины, превышали их на 2°. Осадков было больше, чем сейчас, на севере и в центре равнины, а на Каме и Средней Волге — на 50 мм/год меньше. На западе их количество было близко к современному.

Климат большей части субатлантического периода был близок к современному. На этом фоне выделяются средневековый климатический оптимум — «время викингов» (~1000 г.) и малый ледниковый период (с XVI в., максимум — XVII в., продолжался до XIX в.). Во «время викингов» на севере Европы температуры и зимние и летние были на 2° выше современных. На юге равнины, например на Украине, их положительные отличия от современных не превышали 0,5°. Осадков было больше, чем сейчас, на северо-западе равнины на 75 мм/год, а на северо-востоке — на 25–50 мм/год. Южнее 51–52° с.ш. таких различий не заметно. В малый ледниковый период зимние температуры были ниже, чем сейчас, на 2–3° и летние температуры уступали современным на северо-западе равнины. Южнее 50° с.ш. температуры были ниже современных на 1–2°. В центре равнины осадков было меньше, чем сейчас, на 50 мм/год. К северу это различие уменьшалось, а южнее 50° с.ш. осадков было на 25 мм/год больше, чем сейчас.

Климатические изменения Русской равнины последней ледниковой и послеледниковой эпох показали совпадения похолодания с иссушением и потепления с увлажнением. Это связано прежде всего с иссушающим влиянием ледника и ограниченным проникновением на восток влажных атлантических воздушных течений. На климат ледниковой эпохи влияли также холодный сибирский атмосферный максимум и понижение уровня Мирового океана. При похолодании больше опускались зимние температуры, а при потеплении больше поднимались летние температуры. Связь потепления с увлажнением наиболее отчетливо проявилась на севере Русской равнины. Для атлантического оптимума связь отмечена и в большинстве более южных районов. В остальные этапы голоцена соотношения изменений температур и влажности не столь однозначны. Возможно, на таких колебаниях сказывалось изменение

интенсивности испарения, хотя, по мнению М. И. Будыко [1980], уменьшение испарения не могло привести к увлажнению, поскольку уменьшало влажность нижней тропосферы и, следовательно, выпадение осадков.

3.4.2. Равнинные области Казахстана и Средней Азии

В относительно плювиальное межледниковье начала позднего плейстоцена и позднейшие стадии потепления эпохи валдайского оледенения реки выносили с гор на Туранскую плиту южнее и восточнее Арала большое количество обломочного материала. В Южном Приаралье сформировались три дельты блуждавшей Амударьи: сначала восточная Акчадарьинская, затем западная Присарыкамьшская и, наконец, центральная Приаральская. Тогда же возникла Жанадарьинская дельта Сырдарьи южнее её современной приустьевой части. Освобождавшаяся от основной массы обломочного материала вода скапливалась в Аральской, Сарыкамьшской и Ассак-Ауданской впадинах, остававшихся незаполненными осадками [Развитие..., 1993]. В это время Зеравшан достигал Амударьи по древней долине Чарбакты. Дельты Теджена и Мургаба располагались гораздо севернее, чем в конце плейстоцена и в голоцене. До того, как Амударья мигрировала на север в сторону Арала, эти реки были её притоками. Возможно, такая ситуация неоднократно возобновлялась в плювиальные стадии голоцена.

20–18 тыс. лет назад климат Казахстана и Средней Азии стал сухим и прохладным. В Тургайско-Тобольском регионе главная фаза последнего оледенения (20–18 тыс. лет назад) характеризовалась холодной обстановкой с растительностью сухой степи и криогенными образованиями. Зимняя температура была на 10–12°, а летняя — на 2°С ниже современной; осадков выпадало на 150–200 мм/год меньше, чем сейчас [Развитие..., 1993]. В Восточном Прикаспии среднегодовая температура стала ниже современной на 4,5°. Сократилась и сместилась к югу дельтовая аккумуляция Теджена и Мургаба. Зеравшан потерял связь с Амударьей. Уменьшилась обводненность Южного и Восточного Приаралья. Сам Арал, вероятно, сохранялся, на что указывают находки отложений с радиоуглеродным возрастом 24820 ± 820 лет в основании разреза тектонически поднятой 70-метровой морской террасы на его западном берегу [Пшенин и др., 1984].

В самом конце позднего плейстоцена климат начинает изменяться. На северо-востоке Казахстана палинологические спектры сухих холодных степей сменяются спектрами предбореала и бореала, указывающими на возрастание влажности при холодном континентальном климате. В атлантический оптимум появляются влаголюбивые и древесные формы, в том числе широколиственные. Позднее содержание пыльцы древесных уменьшается, исчезают широколиственные, содержание ксерофитных форм постепенно возрастает до современного уровня [Развитие..., 1993]. Выявлено соответствие, хотя и неполное, послеледниковых изменений климата и уровня оз. Балхаш [Бордовская, 1990]. Оно возникло в фазу дегляциации, ~12 тыс. лет назад,

и тогда превосходило размерами Арал. В бореальный период озеро регрессировало. В атлантический оптимум его уровень повысился, а в 2000–1900 гг. до н. э. упал до 2–3 м ниже современного. Следующая трансгрессия имела место в 1700–1600 гг. до н. э., а после 700 г. до н. э. наступила регрессия. Современная трансгрессия началась ~2000 лет назад. На её фоне уровень поднимался в «эпоху викингов» (~1000 г.), а с XIII в. понизился.

Изменения средне-позднеголоценовых климатических обстановок Средней Азии, определявшееся сменой температур и влажности, отразилось в истории озер Арала и Сарыкамыша (см. раздел 3.6). В эпохи увлажнения их уровень повышался, а в эпохи иссушения падал. Повышение уровня отмечено в атлантический оптимум, вторую половину I тысячелетия до н. э. — начало I тысячелетия н. э., XI в. — начало XVI в. Понижениями уровня отмечены первая половина II тысячелетия и, возможно, VIII–VII вв. до н. э. и III–X вв. н. э.

В Южной Туркмении влажные условия осадконакопления зафиксированы около 3000 г. до н. э., когда расцветают фауна и флора и спустившиеся с гор леса вклиниваются в степь [Мурзаева, 1991]. Подобные условия, приходящиеся на атлантический оптимум и сохранявшиеся с некоторым ухудшением в III тысячелетии до н. э., отмечены и в соседних районах [Изменение..., 1999]. В первой половине II тысячелетия происходит иссушение климата Центральной Азии [Liu Tungsheng, 1996], сопровождавшееся в Южной Туркмении отступанием лесов. Во второй половине II тысячелетия оно сменилось этапом увлажнения. Далее сухие условия отмечены в VIII–VII и IV–I вв. до н. э., а относительно влажные — в VI–V вв. до н. э. и второй половине II в. н. э. [Трубихин, 1989]. Потом климат становился всё ариднее с краткими интервалами относительного увлажнения. Наиболее значительный такой интервал зафиксирован на границе XII–XIII вв. — в «эпоху викингов».

Итак, климатические изменения в эпохи последнего оледенения и голоцена на равнинных пространствах Казахстана и Средней Азии в общих чертах демонстрируют синхронность климатическим изменениям в Восточной Европе. Максимуму поздневалдайского оледенения отвечают относительно холодные и сухие условия, особенно на севере региона. Атлантический оптимум проявился в повсеместном увлажнении, которое местами сопровождалось небольшим понижением летних температур. В первой половине II тысячелетия до н. э. произошло иссушение климата, сменившееся в его второй половине некоторым увлажнением. На фоне последующей аридизации отмечаются эпохи относительного увлажнения во второй половине I тысячелетия до н. э. и особенно в X–XV вв. Последняя могла сопровождаться в XIII–XIV вв. некоторым снижением температур (до 2–2,5° среднегодовых).

3.4.3. Горы Центральной Азии и северо-запад Индостана

Оледенение, примерно синхронное поздневалдайскому (хотя, возможно, с некоторым запозданием максимума), отмечено не только похолоданием и повсеместным иссушением, но и значительным тектоническим воздыма-

нием гор региона, особенно Гималаев и Тибета, начавшемся ещё в среднем плейстоцене. Из-за этого воздымания, преградившего путь влажных индоокеанических муссонов, произошла значительная аридизация, и масштабы позднеплейстоценового оледенения существенно уступали ранне-среднеплейстоценовому. Особенность последнего оледенения, как и современных ледников Центральной Азии, — различия высот областей питания и нижних границ распространения ледников. Они возрастали с севера на юг, варьируя на склонах разной экспозиции. Вместе с тем поверхности, описываемые этими границами, образуют купол на Тибете, наиболее удалённом от источников увлажнения. В эпоху последнего оледенения эти границы спускались ниже, чем сейчас. Так, граница области питания на Тибете располагалась в конце плейстоцена на отметках ≥ 5000 м, но спускалась на 1000 м на влажных южных склонах Гималаев, а нижняя граница ледников находилась на высотах ~2000 м на Тянь-Шане, >4000 м на Восточном Куньлуне и Тибете и спускалась до 3900–3000 м на южном склоне Непальских Гималаев [Мурзаева, 1991].

На Памире осадки оз. Каракуль, сопоставляемые с мореной последнего оледенения, дали радиоуглеродный возраст $15\ 660 \pm 700$ лет [17 600–15 900 гг. до н. э.], а в Тянь-Шане для коррелируемых с ними отложений получена дата ~14 тыс. лет [15 070–14 600 гг. до н. э.] [Развитие..., 1993]. Палинология осадков указывает на условия холодной пустыни. Северный Тибет представлял собой очень холодную пустыню; граница многолетней мерзлоты располагалась на 1200–1400 м ниже современной. В южных предгорьях Гималаев и Северо-Западном Индостане похолодание почти не проявилось, но аридизация была весьма заметной. Крайняя сухость с развитием дюн характеризовала интервал 20–10 тыс. лет назад на окраинах пустыни Тар, а в оз. Дадвана на северо-западе Индостана существовали мелкие гиперсолёные озера [Мурзаева, 1991].

Дегляциация протекала по-разному в разных местах. На Тянь-Шане наиболее ранняя фаза увлажнения и потепления имеет возраст >10 тыс. лет, а бореал характеризовался аридизацией на фоне продолжающегося потепления. Увлажнение при продолжающемся потеплении началось в конце VII тысячелетия до н. э. и достигло максимума в V–III тысячелетиях, когда в палинологических спектрах ксерофиты уступили место разнотравью и заметно возросла роль древесных. О быстрой дегляциации на Памире можно судить по тому, что мезолитическая стоянка Ошхона первой половины VIII тысячелетия до н. э. находится в долине в 7 км выше морены максимальной стадии оледенения [Развитие..., 1993]. В VII–IV тысячелетиях климат оставался прохладным, но возросла увлажнённость. На Тибете в XI–VII тысячелетиях до н. э. началось потепление, но шло оно медленно из-за поднятия территории. В середине голоцена климат Северного Тибета оставался холодным и сухим из-за ограниченности поступления тёплых и влажных южных воздушных масс; преобладали степи. Однако в VI–II тысячелетиях до н. э. на юге Тибета установился относительно тёплый и влажный климат со среднегодовыми температурами на 3–6° выше современных

[Мурзаева, 1991]. Ледники быстро таяли, и уровень озёр поднимался. Появились лесостепи, а граница смешанных лесов поднялась до 3,8–4 км (при её современном положении 2,5–3 км). В высокогорной впадине Кашмира первые признаки дегляциации отмечены ещё в конце плейстоцена, а в VIII тысячелетии до н. э. произошло некоторое похолодание, сменившееся потеплением лишь в конце бореала. Термический оптимум установился в конце IV тысячелетия. Во Внешних Гималаях в бореале имело место увлажнение в относительно прохладных условиях. Климатический оптимум установился около 3000 г. до н. э., причём во Внешних Гималаях он выразился потеплением, а во Внутренних Гималаях, где тепло стало уже в бореале, увлажнением [Bhattacharya, Yadav, 1991]. Примерно тогда же, с IV до начала II тысячелетия до н. э., установился климатический оптимум в долине Инда и на северо-западе Индостана.

Таким образом, климатический оптимум, фиксируемый повсеместно, выразился повышением либо температур, либо влажности, либо и того и другого в зависимости от предшествовавших условий. Лишь на севере Тибета оставалось холодно и сухо, а на Памире относительно прохладно, хотя и влажно. Потепление и увлажнение не ограничивались атлантическим периодом, а местами явно отставали от него. Так, в Кумаонских Гималаях наиболее тёплым и влажным был суббореал [Мурзаева, 1991].

Около 1800 г. до н. э. почти повсюду фиксируются похолодание и аридизация. В фазы усиления похолодания в горах появляются и разрастаются ледники, существенно уступающие, однако, позднплейстоценовым. Максимумы оледенения имели место в ~1000 г. до н. э. и XVII–XIX вв., а на Тибете также в I в. н. э. На фоне общей аридизации и похолодания во Внутренних Гималаях отмечаются интервалы повышения температур во II–VII и XII–XV вв., тогда как во Внешних Гималаях в XII–XIII вв. было тепло и относительно сухо, а с XIV в. отмечается увлажнение с некоторым похолоданием [Bhattacharya, Yadav, 1991]. В Северной Индии выявлены благоприятные климатические условия с V в. до н. э. по V в. н. э. и их ухудшение с конца V в. по X в. [Dhavalikar, 1991]. При всех локальных вариациях можно констатировать, что на фоне аридизации и сопутствовавшего ей местами некоторого похолодания, начавшихся в первой половине II тысячелетия до н. э., имели место: относительное улучшение климатических условий в конце I тысячелетия до н. э. и первой половине I тысячелетия н. э.; ухудшение условий во второй половине I тысячелетия н. э.; относительное улучшение в первой половине II тысячелетия («эпоха викингов») и новое ухудшение в XVI–XIX вв., соответствующее Малому ледниковому периоду Европы.

3.4.4. Кавказ и Иран

Подобно валдайскому оледенению Восточной Европы, последнее оледенение Кавказа имело две фазы, но ранняя фаза на Кавказе, в отличие от Скандинавии, по-видимому, была мощнее [Милановский, 1968; Развитие...

1993]. Ледниковые отложения поздней фазы находятся на 300–500 м выше ранней фазы. Возраст поздней фазы датируется по предгорным пещерным стоянкам с бореальной фауной как 22–19 тыс. лет. В Восточной Грузии интервал 20–14 тыс. лет назад характеризовался ландшафтами холодной лесостепи с криогенными деформациями. Растительные пояса сместились вниз.

Позднеплейстоценовое оледенение проявилось и в других горных системах региона. В Тавре и Эльбурсе граница промерзавших грунтов понизилась на 700–800 м по сравнению с современной. Область барического максимума распространяла своё влияние на большую часть Ирана, Афганистана и Пакистана. Поэтому в перигляциальных областях господствовали сухие и холодные условия. На Иранском нагорье отложения этого возраста представлены чередованием солей (экстрааридная обстановка) с гипсоносными песками (относительное увлажнение). Последние, по мнению В. Э. Мурзаевой [1991], отражают уменьшение потерь на испарение. В осадках оз. Зерибар (Северо-Западный Загрос), датируемых возрастом 22–14 тыс. лет назад, резко преобладает пыльца сухих степей, окружённых почти безлесными горами. Во впадине Систан (Центральный Афганистан) при максимальном оледенении в соседнем Гиндукуше (~18 тыс. лет) было холодно, сухо, и озёрные уровни стояли очень низко, тогда как в предшествовавший интерстадиал (45–25 тыс. лет назад) они поднимались на 100 м выше, чем сейчас. Та же ситуация фиксируется в Красном море: палинологические спектры интерстадиала характеризуют влажные саванные условия, а в эпоху оледенения происходили регрессия, аридизация и господствовала степная растительность. Во впадине Мундафан на севере Аравийской пустыни Руб-эль-Хали высокие уровни стояния озера отмечаются 30–21 тыс. и 9–6 тыс. лет назад, тогда как в максимум поздневалдайского оледенения озеро регрессировало и климат был сухим [Мурзаева, 1991].

Дегляциация началась в разное время в разных частях региона. На северо-западе Кавказа в Гагрском хребте [Квавадзе, Джейранашвили, 1985] в предбореале климат стал близким к современному. В бореальный период фиксируются похолодание и иссушение с эпизодом улучшения условий в середине. В атлантический оптимум (радиоуглеродные даты от 6700±80 лет [5700–5550 г. до н. э.] до 4800±90 лет [3660–3500 г. до н. э.]) произошли потепление и увлажнение с незначительным похолоданием посередине; повысились границы растительных зон. В суббореальный период отмечены похолодание и иссушение (радиоуглеродная дата 3990±120 лет [2635–2300 г. до н. э.]) с последующим улучшением климата. Выделяются интервалы иссушения, приведшего к сокращению горных ледников на Кавказе (VI–XI вв. н. э.), и последующей повышенной увлажнённости.

На Большом Кавказе в голоцене оледенение существенно деградировало, но полностью не исчезало даже в фазы термических максимумов. Отмечаются небольшие подвижки ледников, которые фиксируют не столько сни-

жение температур, сколько повышение влажности: ранее 8,6 тыс. лет назад, между 8,6 и 6,4 тыс. л.н., между 6,4 и 4,2 тыс. лет (с максимумом ~5 тыс. лет), 3,5–3 тыс. лет, ~1,8 тыс. лет назад и в XVI–XIX вв. [Саядян, 1983; Развитие..., 1993]. Последняя подвижка отмечена и в Тавре.

В Восточном Закавказье потепление и увлажнение начались 15–14 тыс. лет назад: сухие степи сменились влажными дугами, увеличивалась площадь лесов. В бореале отмечается дальнейшее потепление и распространение древесной растительности. В Севане среднегодовая температура достигла 6–8° (на 2–4° выше современной). Столь же тёплые условия продолжались в начале атлантического периода, но затем произошло снижение среднегодовых температур до 4–6°. Подобным же образом изменялось количество осадков: от 500–600 мм/год в начале атлантического периода до 200–250 мм/год в его конце. При этом, судя по палинологическим данным, в течение всей атлантики сохранялась повышенная увлажненность [Развитие..., 1993].

Важное значение для понимания голоценовых климатических изменений в Закавказье имеет изучение истории Севана [Саядян, 1983], хотя возникновение современного озера (озёрный бассейн несколько иных очертаний существовал здесь ещё в среднем плейстоцене) связано больше с тектоникой, чем с увлажнением, и последующие колебания его уровня в значительной мере регулировались интенсивностью стока по р. Раздан. Современное озеро возникло в эпоху дегляциации — 12–10 тыс. лет назад (радиоуглеродная дата начала формирования торфяника — ~11 800 лет [12 070–11 970 гг. до н. э.]) из-за тектонически обусловленного подпруживания истока Раздана. В условиях таяния ледников произошла максимальная трансгрессия озера. При потеплении в VIII тысячелетии озеро регрессировало, но в атлантический период трансгрессировало вновь. Изучение искусственно осушенной сейчас территории бывшего Малого Севана показало, что, несмотря на регрессию Севана в III–II тысячелетиях до н. э., климат в регионе оставался достаточно влажным, а последующая трансгрессия с конца III по конец II тысячелетия до н. э. не даёт оснований говорить об уменьшении влажности и в эту стадию.

Для понимания голоценового климата более южных частей региона принципиальное значение имеет разрез оз. Зерибар на северо-западе Загроса. Его палинологические спектры были детально изучены и датированы В. Ван Зейстом и С. Боттема [1985]. Они показали в интервале с X до первой половины V тысячелетия до н. э. увлажнение и постепенное распространение лесов, пришедших на смену пустынно-степной растительности ледниковой эпохи. Современный лесной покров с преобладанием дубов установился в первой половине IV тысячелетия. Согласно данным В. Э. Мурзаевой [1991], в XII–IX тысячелетиях до н. э. в районе озера происходили потепление и увлажнение, распространилась степная растительность, появились деревья, в горах растительные пояса сместились вверх. В VIII–V тысячелетиях температура и влажность возросли; в озере распространились теплолюбивые формы, а в окрестностях — саванна с участием

дуба; уровень озера изменялся из-за периодического сброса воды через подпруду. С IV тысячелетия саванна превратилась в современный дубовый лес. Гумидность возросла. Около 3000 г. до н. э. уровень озера повысился, но затем оно обмелело и заболотилось. Температура и влажность приблизились к современным и позднее изменялись мало. В районе оз. Урмия распространились в VIII–VII тысячелетиях до н. э. [Ван Зейст, Боттема, 1985]. То, что они появились позднее и период их широкого распространения был короче, чем на Зерибаре, скорее всего, связано с более засушливым фоном.

Во впадине Систан восстановление муссонной циркуляции обусловило влажный, но сравнительно прохладный климат 9–6,5 тыс. лет назад. ~6,5 тыс. лет назад начались быстрое потепление и аридизация. Аридная обстановка сохраняется доньше с краткими периодами увлажнения и похолодания 2,8 и 1,9 тыс. лет назад. С этапами увлажнения совпадают трансгрессии озера, которые были ниже позднелейстоценовых. При наиболее высокой из них, 9–6,5 тыс. лет назад, уровень озера поднимался на 50–70 м выше современного [Мурзаева, 1991]. Литология и палинология скважин Персидского залива позволяет восстановить такие климатические изменения в течение голоцена: 12–10 тыс. лет назад — аридно; в бореале (~9 тыс. лет назад) — менее аридно; в атлантический период — гумидно; в суббореале — ариднее, но влажнее, чем в бореале; в субатлантический период (последние ~2 тыс. лет) — в общем гумидно с колебаниями.

Ситуация в районе Красного моря восстановлена по колонкам морских скважин, морфологии, палеонтологии и палинологии прибрежной зоны [Taviani, 1995]. Поскольку Баб-эль-Мандебский пролив имеет глубину ≤ 137 м, падение уровня Мирового океана в эпоху последнего оледенения на величину 60–120 м ограничило проникновение свежих океанских вод, а прибрежная зона отличалась крайне сухими условиями. Засоление моря превысило 50 %, и соль садилась там, где сейчас осаждаются карбонатные илы. Нормальная биологическая жизнь прервалась. Изменение условий отмечено слоем сапропеля, отражающим массовую гибель микроорганизмов и имеющих возраст 11–10 тыс. лет. Это означало проникновение свежих морских вод и увеличение количества осадков, которое привело к появлению стока по ныне пересохшим рекам и выносу ими органического материала. Потепление вызвало больший температурный контраст между сушей и морем, более резкую, чем сейчас, сезонность климата и, соответственно, больше дождей летом. Влажный период продолжался в интервале с 11–10 до 6–5 тыс. лет назад и коррелирует со временем высокого уровня озера в Нубийской пустыне. С начала суббореала с некоторыми колебаниями прогрессировала аридность.

Итак, эпоха последнего оледенения характеризовалась на Кавказе и в других высоких горах региона сухим и холодным климатом. В перигляциальной области происходило резкое иссушение, проявившееся повсеместно до Красного моря включительно, и похолодание, более заметное в относительно северных широтах. Дегляциация и связанные с ней постепенные потеп-

ление и увлажнение начались в разных местах в разное время. В Восточном Закавказье и Северо-Западном Загросе они заметны уже 14 тыс. лет назад, когда в Персидском заливе и Красном море ещё сохранялся сухой климат ледниковой эпохи. Трансгрессии, которые испытали в самом конце плейстоцена озёра Ван и Севан, свидетельствуют скорее всего не о возрастании количества осадков, а о тектонической и вулканической активизации. В борееале происходит дальнейшее потепление, которое почти повсеместно сопровождалось увлажнением.

Теплые и влажные условия продолжали существовать, а местами усилились в атлантический период. Произошли трансгрессии Чёрного и Каспийского морей (см. разделы 4.3 и 5.1). Благоприятные условия в одних местах (Северо-Западный Кавказ, Северо-Западный Загрос, районы оз. Урмия и Персидского залива) сохранились до конца атлантики, а в других местах изменились во второй половине этого периода. При этом в районе Севана температура и количество осадков понизились, а в районе впадины Систан и Красного моря при высоких температурах ~6,5 тыс. лет назад началась аридизация, которая с некоторыми колебаниями продолжается по сей день. В начале суббореала некоторое снижение температур и количества осадков отмечено на Северо-Западном Кавказе. Тогда же на Большом Кавказе имела место подвижка ледников. В районе Персидского залива в суббореале стало ариднее, а в субатлантике произошло небольшое увлажнение. В других местах уже в суббореале или его конце условия приблизились к современным. Отмечаются эпизоды относительного похолодания и увлажнения: ~X в. до н. э. (Севан, Систан), I–II вв. н. э. (Севан, Систан) и XVI–XIX вв. (Гагрский хребет, Севан), примерно совпадающие с подвижками ледников на Кавказе и отчасти в Тавре.

3.4.5. Восточное Присредиземноморье

На юге Турции, в сухой ныне долине Конья, в эпоху поздневалдайского оледенения, если судить по низкому содержанию пылицы древесных в разрезах, климат был сухим. Однако здесь было озеро, достигшее наибольшего уровня 23–17 тыс. лет назад. Вероятно, его трансгрессия определялась уменьшением испарения при похолодании. Позднее, когда возраставшая аридность не могла компенсироваться уменьшением испарения, уровень озера понизился, и оно распалось на отдельные водоёмы [Мурзаева, 1991].

На юге Левантской зоны разломов, захватывая значительную часть Мёртвого моря и долину Иордана, в позднем плейстоцене существовало Лизанское палеоозеро. А. Хоровиц [Horowitz, 1979, 1987] выделяет в его истории следующие этапы:

- плювиал 1 (60–40 тыс. лет назад, т. е. конец раннего валдая и начало средневалдайского интерстадиала): отложение свиты хамармар с пыльной ду-

- бовых лесов и фауной влажного климата; осадков выпадало больше, чем сейчас;
- интерплювиал 1–2 (40–32 тыс. лет назад): несогласие между свитами хаммармар и амиаз и низы последней (её возраст определен ^{14}C -методом как 36–15,6 тыс. лет и U/Th-методом как 40,4–17,4 тыс. лет); растительность стала скуднее, но оставалась богаче, чем сейчас; леса сохранялись фрагментарно;
 - плювиал 2 (32–22 тыс. лет назад, т. е. конец средневюрмского интерстадиала и, возможно, самое начало поздневюрмского оледенения): верхи свиты амиаз, представляющие стадию максимальной трансгрессии Лисанского палеозера, когда его уровень поднялся до отметок –180 м, т. е. был на 220 м выше современного уровня Мёртвого моря, отмечены значительным распространением лесов;
 - интерплювиал 2–3 (22–18 тыс. лет назад): регрессия палеозера, представленная пачкой «белый клиф»; уровень озера упал на 300 м ниже современного; климат аридный, близкий к современному; тектоническая перестройка около 18 тыс. лет назад, приведшая к распаду палеозера в связи с проседаниями на севере (Галилейское, или Тивериадское озеро) и на юге (северная впадина Мёртвого моря); несогласие между свитами амиаз и фатзаэль;
 - плювиал 3 (18–11 тыс. лет назад): аллювиально-озерная свита фатзаэль; распространение пыльцы древесных.

Позднее возникли основания скорректировать климатическую интерпретацию истории палеозера. Во-первых, изменения его уровня происходили не только по климатическим, но и (может быть, в большей мере) по тектоническим причинам. Во-вторых, данные, полученные в пустыне Негев, показали, что последняя эпоха аридизации (интерплювиал 2–3) началась не позднее ~30 тыс. лет назад. В-третьих, появились уточнённые данные о климатической истории долины Иордана в эпоху поздневалдайской дегляциации [Leroi-Gourhan, Darmon, 1987]. Спорово-пыльцевые диаграммы (рис. 70) показывают несколько гумидных всплесков, когда увеличивалось содержание пыльцы деревьев и водных растений и уменьшалась доля степных видов. Стратиграфия интервала 19–14,5 тыс. лет назад не вполне ясна и не позволяет точно датировать слабые проявления гумидности на фоне преобладающих аридных условий; в общем они тяготеют к концу этапа. Более чётко проявлен гумидный интервал 14,5–12,5 тыс. лет назад, отмеченный появлением древесных форм (4–10 % с максимумом посередине) и, возможно, коррелирующий с потеплением бёллинг. Следующий подобный интервал (12–11 тыс. лет) с содержанием до 6 % древесных может коррелировать с потеплением аллерёд. Затем происходило осушение, что видно по значительному возрастанию содержания Chenopodiaceae. Но в интервале 10,3–10 тыс. лет назад снизу вверх возрастает до 10–15 % содержание пыльцы древесных форм и появляются (2–3 %) водные растения. Прогрессирующая гумидизация отмечена и 10–9,5 тыс. лет назад: за-

лесенность даёт небольшой всплеск в начале и существенно (до 15–20 %) возрастает от середины к концу этапа; содержание водных растений достигает максимума (до 10–15 %) к концу первой половины этапа и даёт менее значительные всплески в других частях разреза. Эти данные заставляют сместить начало плювиала 3 до ~15 тыс. лет назад и отнести его к эпохе деградации.

Рассматривая голоценовый климат Палестины и Синая, следует иметь в виду его широтную зональность. Сейчас количество осадков изменяется от 800 мм/год на севере Израиля до 30–40 мм/год на юге, так что на севере страны климат средиземноморский, а на юге пустынный [Hogowitz, 1987]. Холодные северные воздушные массы приходят только зимой и в комбинации с тёплыми водами Восточного Средиземноморья дают циклонические грозы, редко достигающие юга страны. В начале голоцена условия могли быть иными, но широтная зональность в той или иной мере сохранялась. По данным А. Иссара [Issar, 1996], голоценовый климат района Мёртвого моря, пустыни Негев и Синая характеризовался преимущественно аридными условиями. Они фиксируются длительным накоплением песчаных дюн, материал для которых поставляла дельта Нила при господстве западных ветров. На этом фоне выделяется период лимонитизации песков, отражающей условия сравнительного похолодания и увлажнения, — 5,7–1,5 тыс. лет назад. Внутри него были фазы повышенного похолодания и увлажнения [Мурзаева, 1991; Issar, 1996]. Первая такая фаза имела место 5,5–4,3 тыс. лет назад. Затем, ~4 тыс. лет назад, климат был высокоаридным, а в интервале 3,5–2,8 тыс. лет (с максимумом 3,3–3,2 тыс. лет) фиксируются похолодание и увлажнение. Позднее вновь произошла аридизация, о чём косвенно свидетельствует падение уровня Мёртвого моря до отметок на 40 м ниже современных. Следующий влажный этап был в последние века до н. э. — первые века н. э., когда уровень Мёртвого моря стал на 50 м выше современного, и берег озера находился возле г. Иерихона. На фоне последовавшей аридизации и падения уровня озера отмечается его подъём в ~1000 г., так что ещё в начале XX в. он был на 10–11 м выше современного. Впрочем, эти колебания уровня могли отчасти иметь тектоническую природу.

В Ливане и Западной Сирии во все этапы голоцена условия были более влажными, чем в Израиле [Hogowitz, 1987]. Во впадине Эль-Габ на севере Левантской зоны разломов и в районе г. Халев (Алеппо) древесная растительность начала распространяться ~11 тыс. лет назад, и ~10 тыс. лет назад, когда влажность достигла современного уровня, установился устойчивый лесной покров [Zeist, Woldring, 1978; Ван Зейст, Боттема, 1985].

Юг Турции в голоцене отличался относительной аридностью, хотя, вероятно, стало влажнее, чем в ледниковую эпоху. В районе оз. Сёгют на западе Тавра 9 тыс. лет назад началось распространение лесной растительности, но из-за сухости оно протекало медленно; только 3 тыс. лет назад влажность достигла современного уровня, и сосна стала преобладающим видом

[Ван Зейст, Боттема, 1985]. В долине Конья 10 тыс. лет назад отмечается небольшая трансгрессия озера, а ~8 тыс. лет назад озеро пересохло, и на его поверхности возникли реки и распространилась сухостепная растительность [Мурузаева, 1991]. В целом, в Южной Турции климат стал существенно более влажным лишь в последние тысячелетия [Zeist, Woldring, 1978]. Более благоприятными в начале голоцена были условия в Центральной и Северной Анатолии. С. Боттема [Bottema, 1991] отмечает современную вертикальную зональность, при которой леса широко распространены лишь на побережье Чёрного моря и соседних хребтах. В глубь полуострова леса сменяются степью, природной и антропогенной. Эти различия существовали и в прошлом, но в позднеледниковую эпоху степные ландшафты занимали большие площади. ~13 тыс. лет назад появляются первые следы лесной растительности, представленной «пионерскими» формами — березой и можжевельником *Juniperus*; термофильные деревья росли только на берегу моря. ~10 тыс. лет назад содержание пыльцы полыни *Artemisia* резко уменьшается, и леса начинают быстро «трансгрессировать». ~7 тыс. лет назад сосна и берёза становятся преобладающими формами. ~5 тыс. лет назад отмечается наступление лесов на степь, вскоре нейтрализованное аридизацией или хозяйственной деятельностью, которая со временем проявляется всё очевиднее уменьшением содержания пыльцы диких растений.

В Северной Африке переход от конца плейстоцена к голоцену проявился значительной миграцией климатических зон [Petit-Maire, Page, 1992]. Если в эпоху максимума последнего оледенения ~20 тыс. лет назад пустыня распространялась на юг до 13° с.ш., то позднее её граница с саванной сместилась на 1000 км к северу и ~8 тыс. лет назад достигла 22–23° с.ш. Многочисленные озёра и болота существовали по всей Сахаре, но при последующей аридизации были скрыты активными песчаными дюнами, способными развиваться лишь при количестве осадков ≤150 мм/год. Данные о раннеголоценовой (10–9 тыс. лет) гуминизации имеются и для Западной пустыни Египта (оазис Дахла). Б. Барич [Barich, 1995], выполнивший детальные археоландшафтные исследования в оазисе Фарафра (Западная пустыня), отмечает начало гумидизации, проявлявшейся, по его мнению, нерегулярными дождями, ~10 тыс. лет назад. Более регулярное обводнение имело место в интервалах 9–7 тыс. и 5,9–4,9 тыс. лет, после чего произошла аридизация. А. Иссар [Issar, 1996] сообщает о влажном климате Ливийской пустыни 5,65–5,2 тыс. лет назад. О раннеголоценовом увлажнении свидетельствует в какой-то мере слой сапропеля в Восточном Средиземноморье с возрастом ~8,6 тыс. лет [Fontugne et al., 1991]. Скорее всего, он связан с массовой гибелью микроорганизмов из-за проникновения в бассейн большого количества пресных вод. Их основным источником представляется Нил, обводнённость которого достигла максимума 8,6–8 тыс. лет назад. Определённую роль могли сыграть также сток опресненных черноморских вод по Босфору, установившийся ~7,9 тыс. лет назад, и общее послеледниковое повышение уровня Среди-

земного моря, которое происходило особенно интенсивно примерно в ту же эпоху и приводило к обогащению бассейна органическим материалом затопляемых побережий.

Анализ осадков дельты Нила дает некоторое представление о климатических условиях областей их сноса в бассейнах Белого (Центральная Африка) и Голубого (Эфиопское плато) Нила [Hamrroush, Stanley, 1990]. Указанные авторы по содержанию и соотношениям микроэлементов обнаружили, что интервал 17,5–13 тыс. лет назад был сухим в обоих истоках Нила. Гумидная фаза в Центральной Африке проявилась ~12,5 тыс. лет назад и соответствовала высокому уровню оз. Виктория. Фаза увлажнения в Эфиопии наступила 7–4 тыс. лет назад и коррелирует с высокими уровнями местных озёр.

Итак, изменения климата в последнюю ледниковую и послеледниковую эпохи были неоднозначными в разных частях Восточного Средиземноморья. Почти повсеместно эпоха поздневалдайского оледенения характеризовалась существенной аридностью. Предполагалось, что в Израиле, начиная с 18 тыс. лет назад, условия были относительно пльвиальными [Horowitz, 1979, 1987]. Однако и здесь более детальные палинологические исследования и радиоуглеродные определения показали, что в начале этого интервала всплески увлажнения были слабыми и стали более заметными лишь 14,5–11 тыс. лет и особенно 10,3–9,5 тыс. лет назад [Leroi-Gourhan, Darmon, 1987]. В других регионах с теми или иными отклонениями просматривается подобная ситуация, хотя наступившее увлажнение имело разные масштабы и началось в разное время. По-видимому, оно было сравнительно слабым на юге Анатолии (10–8 тыс. лет), более заметным в Ливане и Западной Сирии (с 11 тыс. и особенно с 10 тыс. лет) и в Центральной и Северной Анатолии (с 13 тыс. и особенно с 10 тыс. лет). В Северной Африке гумидизация началась 10 тыс. лет и достигла максимума 8 тыс. лет назад.

Дальнейшие изменения также протекали по-разному. В Северной Африке намечаются максимумы гумидности 9–7 тыс. и 5,9–4,9 тыс. лет назад, после чего началась аридизация. В Израиле, напротив, значительная часть раннего и среднего голоцена была засушливой, а относительное увлажнение проявилось несколькими всплесками в интервале 5,7–1,5 тыс. лет назад (фазы с возрастными ~5 тыс., 3,5–3 тыс. и ~2 тыс. лет назад) и связаны с некоторым похолоданием. После них снова произошла аридизация. В Ливане и Западной Сирии условия были более мягкими, и раннеголоценовая аридизация не так заметна. В Южной Анатолии период ранне-среднеголоценовой аридизации затянулся, и современные гумидные условия установились лишь ~3 тыс. лет назад, а в Центральной и Северной Турции, напротив, гумидизация достигла максимума ~7 тыс. лет назад, а с 5 тыс. лет появляются первые признаки последующей аридизации.

Столь разнообразные изменения климата пытались объяснить по-разному. Е. В. Девяткин [1993] и А. Иссар [Issar, 1996] акцентировали внимание

на меридиональном смещении климатических зон при смене оледенение/межледниковье (или постледниковье). В общем виде это справедливо, особенно для границ тундра/лес и саванна/пустыня. Однако для Восточного Присредиземноморья, где, согласно этой концепции, на границе плейстоцена и голоцена влажные условия должны были смениться сухими условиями современной Сахары, указанное правило в большинстве регионов не выдерживается, и соотношения потепления с изменением влажности неоднозначны.

А. Хоровиц [Hogowitz, 1987] усложнил миграцию климатических зон, связав с ней изменение воздушных течений. Согласно его концепции, главной особенностью ледниковой эпохи было проникновение в Восточное Средиземноморье относительно влажных атлантических воздушных масс, которые, взаимодействуя с холодными северными массами, вызывали осадки и обусловили плювиальность климата. В раннем голоцене сказалось влияние экваториальных тёплых воздушных масс, тогда как влажные атлантические массы и северные течения с трудом достигали Средиземноморья, и дожди, особенно на юге, в Израиле, были редки. Это было время максимального иссушения. Позднее и до современности северные холодные массы зимой стали проникать в регион, давая циклонические грозы. Их эффект уменьшался к югу, где сохранялись пустынные условия. Однако вариант, предложенный А. Хоровицем, также не может быть принят, так как в максимальную фазу последнего оледенения в Восточном Присредиземноморье было сухо, а в послеледниковое время аридные условия чередовались с несколькими этапами увлажнения. В Северной Африке раннеголоценовое увлажнение сменилось аридизацией в середине голоцена. Подобные изменения слабее проявлены в Северной и Центральной Турции, а на юге Турции, напротив, гумидизация возростала в течение голоцена.

В. Э. Мурзаева [1991], опираясь на исследования О. А. Дроздова [1982], посчитала неоднозначность соотношения температура–влажность проявлением порогового эффекта: повышение температуры до 2° действительно приводило к иссушению, тогда как при повышении на 3° и больше конвективные факторы становились сильнее общециркуляционных, и влажность возростала.

3.5. Климат и становление земледелия в Плодородном полумесяце

В разных частях Восточной Ойкумены фиксируются синхронность распространения позднепалеолитических, мезолитических и неолитических культур с благоприятными климатическими условиями и, напротив, их

деградация и даже перерывы в заселении при неблагоприятных условиях. Так, в Израиле отмечаются перерывы между мустье и поздним палеолитом (40–30 тыс. лет назад) в эпоху средневалдайского интергляциала [Hogowitz, 1979]. В Сахаре и других пустынях Северной Африки с увлажнением раннего голоцена связано широкое расселение неолитических бродячих охотников. Возле озёр и других источников воды возникают стабильные стоянки. В оазисе Фарафра Западной пустыни Египта они появляются в VII–VI тысячелетиях до н. э., причём в их экономике важную роль начинает занимать интенсивное собирательство растений. Освоение дельты Нила, фиксируемое с конца VI тысячелетия, связано с подъёмом уровня Средиземного моря, обусловленным потеплением и, соответственно, дополнительным поступлением талых ледниковых вод в Мировой океан с середины VII до середины VI тысячелетия [Stanley, Warne, 1995]. Подтопление дельты усилило осаждение выносимого рекой ила и привело к формированию плодородной дельтовой равнины. На Кавказе в высокогорных пещерных стоянках фиксируются позднее мустье и неолит, но отсутствует поздний палеолит, приходящийся на поздневалдайское оледенение. Стоянки этого времени в предгорьях и межгорных впадинах содержат остатки бореальной фауны. В Средней Азии отмечается чёткая связь распространения археологических культур в районе Сарыкамыша с фазами увлажнения и обводнения озера, в частности, в VI–III тысячелетиях до н. э. [Развитие..., 1993].

Наиболее важно выяснить связь изменений климата со становлением производящей экономики, прежде всего, возникновением земледелия в Плодородном полумесяце. А. Тойнби [1991: рус. пер. книг А. J. Toynbee «A study of history», 1934–1961] развил концепцию «вызова-и-ответа», согласно которой переход к земледелию был ответом древних охотников и собирателей на резкую аридизацию, наступившую в связи с таянием позднеплейстоценовых ледников. На самом деле ситуация была прямо обратной: земледелие возникло в фазы относительной гумидизации. Попробуем в этом убедиться.

3.5.1. Палестина, Ливан, Сирия

Одним из центров зарождения земледелия и скотоводства были Левантская зона разломов и её окрестности, лучше всего изученные в археологическом смысле на территории Израиля и соседней части Иордании. Здесь в конце XI – начале X тысячелетия до н. э. на смену мезолитической кебарийской культуре без признаков генетической преемственности приходит натифийская позднемезолитическая культура [Мелларт, 1982]. Согласно антропологическим данным, пришельцы принадлежали к евроафриканской расе и были приземистыми долихоцефалами. Они селились в пещерах и перед ними, а также сооружали жилища на открытых местах вблизи естественных водоемов или источников.

Ценные сведения о создателях натуфийской культуры получены при раскопках их поселений в Иерихоне, Эйнане (Айн-Маллаха) и Бейде (см. рис. 63). Находки серпов и микролитических вкладышей к ним, ступок и пестиков, зернотерок и курантов, а также обмазанных ям для хранения припасов свидетельствуют об интенсивном собирательстве диких съедобных растений и, возможно, попытке их воспроизведения из семян, хотя последняя не получила развития. По данным Е. В. Антоновой [1982], собирательство могло быть весьма продуктивным, ибо даже сейчас в Галилее в дождливый сезон дикие эммер и ячмень дают урожай 5–8 центнеров с гектара. Основным источником пропитания оставались охота и местами рыболовство. В рацион входили дикий бык, дикий козёл, косуля, лань, газель, благородный олень, дикий кабан, лошадь (или осёл?), медведь, заяц, мелкие грызуны, птицы, черепахи и т. д. Поселение Эйнан состояло из 50 круглых однотипных домов диаметром ~7 м. Они сооружались из камня и обмазывались глиной. Постройки Иерихона были глиняными. Обнаружены специально оборудованные погребения, небольшие примитивные каменные и костяные скульптуры, каменные кубки и миски, иногда орнаментированные. В каменной индустрии использовался местный материал, и лишь в Иерихоне найдены единичные обсидиановые изделия, свидетельствующие о появлении контактов с Анатолией.

Развитие указанных культур происходило на фоне характерных климатических изменений. Если в ледниковую эпоху (15–12,5 тыс. лет до н. э.) господствовали аридные условия, то времени позднего, так называемого геометрического, кебария (12,5–10,5 тыс. лет до н. э.) соответствует заметная гумидизация, выразившаяся в появлении до 4–10% древесных в палинологических спектрах долины Иордана [Leroi-Gourhan, Darmon, 1987] (см. рис. 70). Новая фаза гумидизации (до 6% древесных в палинологических спектрах) совпадает с ранним натуфием (10–9 тыс. лет до н. э.). Затем наступает фаза прогрессирующей аридизации, которой, вероятно, объясняется застойный характер натуфийской культуры: поселения Эйнан и Бейда были покинуты, а в Иерихоне не обнаружено существенных признаков прогресса. Главный шаг к производящей экономике был сделан в следующую эпоху докерамического неолита. Она отличается дальнейшей гумидизацией климата: в интервале 8,3–8 тыс. лет до н. э. снизу вверх содержание древесных форм возрастает до 10–15%, а затем, 8–7,5 тыс. лет до н. э., после небольшого спада отмечается новая волна гумидизации, при которой содержание древесных форм в спектрах возрастает до 15–20%, а водных растений — до 10–15%.

Каменная индустрия докерамического неолита А Иерихона (8,5–7,5 тыс. лет до н. э. [Marchetti, Nigro, 1997b]) и его погребальные обряды развились из натуфийской традиции. Считается почти несомненным, что наряду с собирательством широкое распространение приобрело возделывание пшеницы и ячменя (табл. 5), но данных об одомашнивании животных нет; источником мяса оставалась охота [Мелларт, 1982].

Таблица 5. Растения, возделываемые ранними земледельцами Ближнего и Среднего Востока (Юго-Западноазиатский центр происхождения культурных растений, по Н. И. Вавилову [1935, 1965]), и разводимые ими домашние животные

Растения, животные	Поселения
<i>Возделываемые растения</i>	
<i>Зерновые</i>	
Пшеница-двузернянка (эммер)	4, 6, 7, 8, 9, 13, 14, 16
Пшеница-однозернянка	5, 6, 13, 14, 16
Ячмень в том числе: двурядный пленчатый голозерный	4, 5, 6, 7, 8, 13, 14, 16 4, 6, 7, 13, 16 14
<i>Бобовые</i>	
Горох	6, 14, 16
Чечевица	6, 13, 16
Вика	6, 14, 16
<i>Масляничные</i>	
Фисташка	6, 14, 16
Миндаль	14
Крестоцветные	14
Крапивное дерево (вино?)	14
<i>Домашние животные</i>	
Овца	4, 6, 8 (несолит В), 15, 16
Коза	2, 4, 8 (несолит В), 6, 16
Собака	6, 13, 16

Примечание. Цифрами обозначены поселения: 2 – Али-Кош; 4 – Бус-Морде; 5 – Гандж-Дере; 6 – Джармо; 7 – Джебел-Магзалия (Синджар); 8 – Иерихон; 9 – Рас-Шамра (Угарит), Абу-Херейра; 13 – Хаджилар; 14 – Чатал-Хююк; 15 – Шанидар и Зави Чеми; 16 – Шимшара. Полу жирными шрифтом выделены места наиболее ранних находок.

Маленький натуфийский Иерихон превратился в большой посёлок численностью ≥ 2000 жителей. Он состоял из круглых домов из сырцового кирпича на каменных фундаментах. Особое положение занимала круглая ка-

менная башня с внутренней лестницей, сооружённая, вероятно, в начале VIII тысячелетия и сохранившаяся на высоту 8,15 м. В башне были цистерны для сбора дождевой воды и хранилище зерна. Возможно, она служила и оборонительным целям. Позднее в её проходе устраивались захоронения.

В истории Иерихона времени докерамического неолита А выделены 23 строительных горизонта. Его сменил докерамический неолит В (7,5–6 тыс. лет до н. э. [Marchetti, Nigro, 1997]) с 26 строительными горизонтами. Дж. Мелларт [1982] связывает его с пришельцами из Северо-Западной Сирии (Рас-Шамра) и, возможно, Анатолии (аналогии с культурами Чатал-Хююка и Хаджилара, см. рис. 63). В эту эпоху отмечаются признаки земледелия и одомашивания животных. Пришельцы принесли новую «тахунийскую» каменную индустрию, прямоугольную форму жилищ и обычай отделять черепа при захоронениях. Их обмазывали глиной с моделированием черт лица и, наряду со статуэтками богини-матери и животных, которые связывают с культом плодородия, хранили в святилищах. Такие скульптурные портреты были найдены Дж. Гарстангом и К. Кэньон и дают представление о внешнем облике пришельцев. Они также были долицоцефалами, но отличались более тонкими чертами протосредиземноморского типа.

Неясно, происходила ли смена докерамического неолита А на В военным или мирным путём. Дж. Мелларт считает для Иерихона более правдоподобным первый сценарий. Но в Бейде ещё в эпоху докерамического неолита А, наряду с типичными домами округлой планировки, встречаются дома прямоугольной формы, «тахунийская» индустрия и характерная для докерамического неолита В обмазка полов. Вероятно, там смена культур проходила более постепенно. Во всяком случае, культура докерамического неолита В пришла с севера, где климатическая обстановка была более благоприятной. И, хотя обильный водный источник на Левантской зоне разломов дал Иерихону возможность благополучно просуществовать в течение докерамического неолита В, более аридные, чем на севере, климатические условия сказались на состоянии поселения при переходе к керамическому неолиту (6–4,3 тыс. лет до н. э. [Marchetti, Nigro, 1997,a,b]).

Как отмечает Дж. Мелларт [1982, с. 47], «в Палестине ещё нигде не установлена преемственность бескерамического и керамического периодов, зато в Сирии и Ливане собрано достаточно материала для того, чтобы установить такую связь». Дж. Мелларт связывает этот перерыв, возможно достигавший нескольких столетий, с иссушением климата, заставившим оседлые коллективы сместиться с севера и частично перейти к полукочевому скотоводству [Антонова, 1982]. Позднее, обогащённые новым опытом, они могли вернуться, на что указывает то обстоятельство, что керамический неолит Палестины распространился с севера (из района Библа). Энеолит в Иерихоне не представлен, возможно, в связи с ещё большей аридизацией.

В районах впадины Эль-Габ и г. Алеппо на северо-западе Сирии выявлено увлажнение климата в самом конце плейстоцена (рис. 71). Древесный покров начал распространяться в конце X тысячелетия до н. э., а к концу IX ты-

сячелетия влажность достигла современного уровня и установился устойчивый лесной покров. Это позволило населению Ливана и Западной Сирии перейти к освоению прежде сухих степей. Переход от культуры натуфийского типа к докерамическому неолиту зафиксирован в Ябруде [Мелларт, 1982]. Несколько подобных поселений выявила в Сирии британская экспедиция Э. Мура [Антонова, 1982]. Самым крупным был тель Абу-Хурейра на севере страны. В его мезолитических слоях обнаружены круглые полуземлянки, а в неолитических — прямоугольные дома из сырцового кирпича. Начало использования злаков относится к IX–VIII тысячелетиям до н. э. В VII тысячелетии возделывали эммер (пшеница-двузернянка) и двузрядный ячмень. Позднейшие этапы (VI — середина IV тысячелетия до н. э.) характеризуют более сложные формы земледелия и скотоводства. Вместе с тем в поселении Мурийбит на левобережье Евфрата в 80 км к юго-востоку от г. Алеппо, датированном IX–VIII тысячелетиями, также зафиксирован переход от круглых домов натуфийских рыболовов и охотников к более поздним прямоугольным постройкам с геометрической росписью на стенах, но хозяйство их обитателей продолжало основываться на интенсивном собирательстве диких злаков [Антонова, 1982].

Ранний неолит Западной Сирии и Ливана распространен широко и характеризуется такими специфическими атрибутами, как «тахунийская» индустрия, прямоугольные дома с обмазанными полами, высокого качества каменные сосуды (тель Рамада, Рас-Шамра, долина Амука) [Мелларт, 1982]. Атрибуты архитектуры и каменной индустрии переходят в последующий керамический неолит Библа и его местные вариации. В эту эпоху выращивали эммер, плёчатый ячмень, разводили свиней и коз, занимались ткачеством и обработкой кож. Сохраняла значение и охота. Находки, хотя и немногочисленные, изделий из обсидиана свидетельствуют о связях с северными соседями. Вместе с тем, в отличие от Анатолии, все местные керамические культуры демонстрируют пристрастие к орнаменталистике. На северо-западе Сирии (Амука В, Рас-Шамра VC) ~6–5,5 тыс. лет до н. э. распространяется изящная монокромная лощёная керамика, вероятно, создававшаяся не без влияния северных образцов. Там же встречается и более грубая керамика, связанная с хассунской культурой VI тысячелетия Северной Месопотамии.

3.5.2. Южная Анатолия

Климат Южной Анатолии в начале голоцена был относительно сухим, но, вероятно, менее сухим, чем в конце плейстоцена. Аридность местами компенсировалась водотоками, сбегавшими с высокого Тавра, и именно в таких районах возник и развился второй центр раннеземледельческих культур Ближнего Востока. В районе г. Анталья, возможно, имел место последовательный переход от позднепалеолитической культуры с натуралистическими пещерными наскальными рисунками к мезолитической

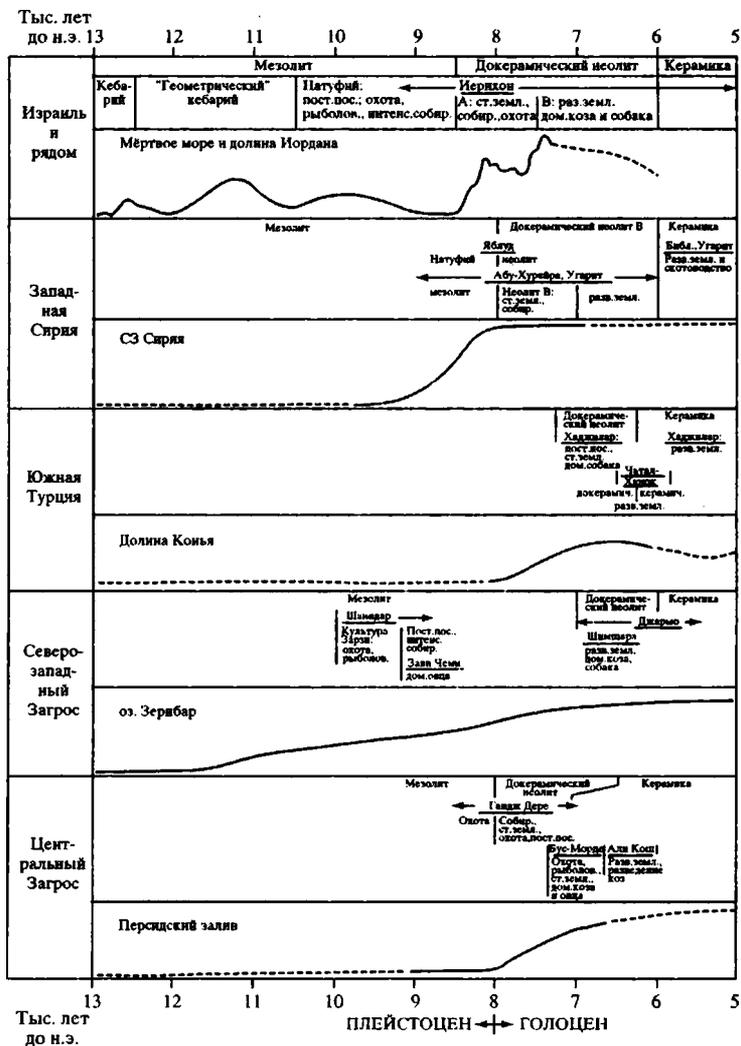


Рис. 71. Сопоставление развития культур и становления древнейшего земледелия с кривыми изменения климата (увлажнения) в разных районах Плодородного полумесяца

Сокращения: ст. земл. — становление земледелия; разв. земл. — развитое неорошаемое земледелие; интенс. собир. — интенсивное собирательство; рыболов. — рыболовство, дом. — domestикация; пост. пос. — постоянное поселение

культуре Белбаши, эквивалентной кебарью Палестины, и позднемезолитической культуре Белдиди — возможному аналогу натуфия. Обнаруженные в последней вкладыши для серпов могут свидетельствовать как о собирательстве, так и о раннем земледелии. По мнению Дж. Мелларта [1982, с. 81], именно в Анатолии сохранились свидетельства того, что «евроафриканская раса, древнейшая, зафиксированная в протонеолитических могильниках, представляет потомков европейского верхнепалеолитического человека. Исчезновение древнего анималистического искусства, видимо, было вызвано переходом от охоты и собирательства к производству и сохранению пищи, но этот процесс был медленным и ни в коем случае не всеобщим».

Небольшое семислойное поселение Хаджилар с его глиняными прямоугольными постройками с тщательно обмазанными глиной полами и стенами, печами во дворах и ямами для зерна даёт представление о раннем докерамическом неолите. Занятие земледелием документируется в V слое, имеющим радиоуглеродный возраст ~9 тыс. лет, остатками двурядного пленчатого ячменя, эммера, дикой однозернянки и чечевицы при отсутствии данных о домашних животных, кроме собаки [Мелларт, 1982].

На юго-востоке Анатолии не обнаружено памятников, близких натуфийской культуре. Возможно, их не было из-за сухости климата. Первое свидетельство производящей экономики даёт докерамическое поселение Чайону VII тысячелетия до н. э. [Антонова, 1982]. В долине Конья, где умеренная влажность из-за существования пресного озера делала возможным неполивное земледелие, по берегам озера в середине и второй половине VII тысячелетия возникли маленькие поселения, к числу которых относятся Джан-Хасан III и Чатал-Хююк. Позднее, в интервале времени от 8,5 тыс. лет [7580–7540 гг. до н. э.] до 7,6 тыс. лет [-6440 г. до н. э.], Чатал-Хююк разросся и в максимальную стадию развития занимал площадь ~13 га [Мелларт, 1982]. Его прямоугольные дома и возможные святилища строились из формованного сырцового кирпича на кирпичном основании. Входили в дом через отверстие в крыше, где находились и световые окошки.

Хозяйство базировалось на земледелии (зерновые: эммер, пшеница-однозернянка, голозёрный ячмень; бобовые: горох, вика; масличные: крестоцветные, миндаль, фисташка; крапивное дерево, возможно использовавшееся для изготовления вина), скотоводстве (овца, корова?) и охоте (бык, благородный олень, кабан, дикий осёл, леопард, волк). Важной отраслью была заготовка и обработка обсидиана, добывавшегося на соседних четвертичных вулканах Карадаг и Хасандаг и распространявшегося в Западную Анатолию, на Кипр и на юг до Палестины. Прimitивная керамика появляется в горизонтах X–IX и распространяется в улучшенном варианте в эпоху горизонта VIA с радиоуглеродной датой ~7850 лет [6680–6650 гг. до н. э.]. Главным культовым персонажем была богиня плодородия. Мужское божество, явно подчинённое, изображалось в виде мальчика или мужчины, часто сидящего на быке или заменяемого бычьей головой. Они при-

существуют в статуэтках, стенных росписях и рельефах. Характерны стилизованные сочетания обоих символов жизни: бычьих рогов и вылепленной женской груди.

Культура, следовавшая в Конийской долине за неолитическим Чатал-Хююком (Западный Чатал-Хююк, Джан-Хасан), а возможно, частично синхронная его поздней стадии (с середины VI тыс. до н. э.), вновь представлена небольшими поселениями. Возможно, это связано с иссушением, последовавшим за пересыханием озера.

На юге Анатолии в поселении Хаджилар (горизонты IX–VI) представлен краткий период позднего неолита (радиоуглеродные даты от 7650 лет [~6460 г. до н. э.] до 7550 лет [6430–6415 гг. до н. э.]). Дома верхнего горизонта крупнее чаталхююкских. Во внутренней отделке помещений широко использовалось дерево, что свидетельствует о существенном распространении лесов. Неорошаемое земледелие подтверждается находками соответствующего инвентаря и зёрен эммера, однозернянки, голозерного ячменя, гороха, чечевицы, крапивного дерева. Медь встречается редко, но была известна. Физический тип населения, реконструируемый по статуэткам домашнего культа и скелетам захоронений, представляет сочетание двух долихоцефальных рас: массивной евроафриканской и более грациальной протосредиземноморской [Мелларт, 1982]. После разрушения Хаджилара VI в ~5600 г. до н. э. поздний неолит сменился ранним энеолитом, что выразилось в переходе от преимущественно нерасписной лощеной керамики к расписной. Но в более западных районах нерасписная керамика сменилась расписной лишь на уровне Хаджилара I (радиоуглеродные даты от 7200 лет [6150–6030 гг. до н. э.] до 6950 лет [5840–5790 гг. до н. э.]), что важно для датирования распространения земледелия в Грецию и на Балканы.

3.5.3. Внешний Загрос

Самостоятельный центр или, возможно, два независимых центра раннего земледелия сформировались в юго-западных предгорьях Загроса, называемых Внешним Загросом. С X тысячелетия до н. э., а может быть, и несколько раньше, здесь началось увлажнение, потепление и распространение лесов, пришедшие на смену холодного сухого климата и пустынно-степной растительности ледниковья (см. рис. 71). В VIII–V тысячелетиях происходит дальнейшее потепление и увлажнение; в Центральном Загросе развиваются ландшафты саванны с дубовыми лесами. Наконец, ~4 тыс. лет до н. э. при дальнейшей гумидизации, возможно не сопровождавшейся потеплением, распространение в Загросе дубовых лесов достигает современного уровня. Помимо этих климатических особенностей становлению неорошаемого земледелия способствовало обилие рек, стекавших с хребта и его отрогов.

На северо-западе Внешнего Загроса (верховья р. Адхайм, бассейны рек Нижний и Верхний Заб) мезолитическая культура Зарзи, представляв-

шая общество первобытных охотников и местами рыболовов, могла быть создана, по мнению Дж.Мелларта [1982], пришельцами из района к западу и северу от оз. Ван, с которым, судя по периодическому использованию обсидиана, сохраняла связь. Низы разреза пещеры Шанидар, относящиеся к этой культуре, датируются X тысячелетием до н. э. В более высоких слоях здесь, как и в соседнем поселении Зави-Чеми, представлена более развитая культура. Круглые каменные основания жилищ поселения имели очаги. Появляются ямы для хранения запасов и инвентарь для собирательства и, возможно, возделывания земли. Использование обсидиана и битума указывает на связи как с северными, так и с южными регионами. В нижнем слое поселения Зави-Чеми с радиоуглеродной датой 10,85 тыс. лет [11030–10880 гг. до н. э.] обнаружены следы одомашнивания овцы.

Более поздние стадии развития представлены в многослойных поселениях Джармо и Шимшара [Мелларт, 1982]. В нижних горизонтах 16-слойного поселения Джармо, относимых к началу VII тысячелетия до н. э., зафиксировано возделывание эммера, пшеницы-однозернянки, двурядного ячменя, гороха, чечевицы, синей вики и использование фисташки и желудей. Одомашнены коза и собака. Предметы каменной индустрии здесь, как и в соседней Шимшаре, частично изготовлены из восточноанатолийского обсидиана. Пять верхних стратиграфических горизонтов Джармо — керамические, причём в трех верхних горизонтах керамика нерасписная и довольно примитивная, сходная с хассунской керамикой Северной Месопотамии, тогда как ниже (не позже начала VI тысячелетия) встречены более совершенные образцы, красные лощёные и расписные. Очевидно, «расписная керамика Джармо» происходит из более юго-восточных районов Внешнего Загроса, где в верховьях бассейна р. Керхе найдены аналогичные образцы, причём качество их таково, что они не могли быть самыми ранними в Загросе. Шимшара оставалась бескерамической до проникновения туда посуды позднихассунского типа.

Исследования памятников Бус-Морде, Али-Кош, Тепе-Гуран, Тепе-Асьяб, Тепе-Сараб, Гандж-Дере и других поселений бассейна Керхе и соседних районов Хузистана позволили восстановить последовательность неолитических культур этой более южной части Внешнего Загроса. Согласно данным, приводимым Е. В. Антоновой [1982], поселение Гандж-Дере в 37 км восточнее Керманшаха, существовавшее с середины IX до конца VIII тысячелетия до н. э., проливает свет на переход от мезолита к неолиту. Охота оставалась важным занятием в течение всей эпохи существования поселения. Но если в нижнем слое Е представлены лишь кости диких животных и нет зернотерок, то в следующем слое D появляются вкладыши серпов, зернотерки, каменные сосуды; жители собирали и, возможно, возделывали пшеницу-однозернянку и ячмень. Появляются постройки из больших сырцовых кирпичей. В последующих горизонтах представлено развитие строительной техники. Обнаружены древнейшие глиняные кувшины.

В развитии неолитических культур Хузистана выделяются [Антонова, 1982]: период становления и развития неполивного земледелия и одомашнивания козы (с конца VIII до середины VI тысячелетия до н. э.) и период раннего поливного земледелия и одомашнивания быка (с середины VI до начала IV тысячелетия). Первый период разделяется на три фазы. Экономика фазы Бус-Морде (конец VIII – начало VII тысячелетия) основывалась на охоте, рыболовстве и собирательстве. Но уже начали возделывать эммер и двурядный ячмень, а преобладание костей молодых особей указывает на начало одомашнивания козы и овцы. Дома строились из сырцового кирпича. Из камня изготовлялись сосуды и зернотёрки.

В фазу Али-Кош (VII тысячелетие до н. э.) дома стали больше и прочнее. Основным источником мяса были домашние козы. Обнаружены медные бусы, изготовленные техникой холоднойковки. Во второй половине VII тысячелетия в Тепе-Гуране появляется первая нерасписная керамика [Мелларт, 1982]. Строятся глинобитные многокомнатные дома с печами и обмазкой пола и стен. Найдены зернотёрки, вкладыши для жатвенных ножей, зёрна двурядного голозёрного ячменя и фисташки. В фазу Мухаммед-Джафар (с конца VII до середины VI тысячелетия до н. э.) у домов появляются каменные фундаменты. Распространяется «расписная керамика Джармо», которая в Тепе-Гуране позднее сменяется более совершенной керамикой типа Тепе-Сараба. При этом радиоуглеродные даты самого Тепе-Сараба дают конец VII – начало VI тысячелетия до н. э. В VI тысячелетии охота вновь становится важным источником мяса: в Тепе-Гуране количество костей газели не уступает количеству костей домашней козы [Антонова, 1982]. Возможно, распространение диких животных связано с дальнейшим увлажнением.

3.5.4. Северная Месопотамия

Хотя послеледниковое увлажнение и потепление сказались и в Северной Месопотамии, эти равнинные и слабохолмистые районы оставались более сухими, чем другие центры возникновения земледелия в Плодородном полумесяце. Это компенсировалось местами сетью водотоков, достаточно водообильных во влажное время года. Именно в таком месте обнаружено поселение Джебел-Магзалия возле г. Синджар на северо-западе Ирака, представляющее докерамический неолит и датируемое VIII–VII тысячелетиями до н. э. [Антонова, 1982]. Возможно, оно было основано пришельцами из более обводнённых районов, уже освоивших земледелие. Во всяком случае, каменный инвентарь сходен с таковым одновозрастных горизонтов Джармо и Шимшары. Как и там, широко использовался обсидиан. Обнаружены элементы серпов, сходные с шимшарскими, каменные сосуды, зернотёрки, песты. Возделывались эммер и плёнчатый ячмень. Возводились большие прямоугольные сырцовые дома на фундаментах из дикого камня. Полы выкладывались плитами известняка и обмазывались глиной.

Неолит и ранний энеолит представлены в Северной Месопотамии хассунской, самаррской и халафской культурами [Мелларт, 1982; Заблоцка, 1989]. Хотя ареалы их распространения достаточно широки и в значительной мере перекрываются, наиболее характерные памятники демонстрируют территориальные различия. Халаф распространен на северо-западе, самарра — на юго-востоке Северной Месопотамии, а хассуна занимает промежуточное положение. Хотя культуры были частично одновозрастными, хассуна возникла и закончилась раньше, чем самарра, а самарра закончилась раньше конца халафа.

Древнейший вариант хассунской культуры исследован в поселениях Ярым-тепе 1 и телль Сотто возле Синджара [Антонова, 1982]. Характерна грубая керамика с красной росписью и натуралистическими налестками. Обнаружены зернохранилища, сосуды для хранения припасов, бассейны для воды. Найдены медные бусы. Верхний горизонт этих поселений типично хассунский. Каменная индустрия собственно хассунской культуры [Мелларт, 1982] не допускает её происхождения от культуры Джармо, с которой она частично одновозрастна, а керамика хассуны отчасти сходна с сирийской. Возможно, она происходит с СЗ, из Турецкой Месопотамии. Особенно много памятников хассунской культуры на территории Ассирии, допускаясь неорошаемое земледелие. Характерны небольшие прямоугольные сырцовые дома. С середины VI тысячелетия до н. э. в поселениях хассунской культуры появляется расписная керамика самаррского типа.

Самаррская культура либо имела иранское происхождение, либо явилась продуктом развития хассуны. Важнейшая её черта — появление и развитие орошаемого земледелия [Антонова, 1982]. Древнейшие поселения самарры располагались вдоль Тигра, где сначала строились дамбы для удержания разливавшихся вод, затем появились каналы. Такой канал обнаружен к северу от г. Мандала и датируется VI тысячелетием до н. э. В начале V тысячелетия канал имел уже ширину 4–6 м. Характерны крупные поселения с многоквартирными сырцовыми домами и оборонительными стенами. Обнаружены антропоморфные статуэтки, сходные с позднейшими убейдскими. Использовалась медь.

Влияние хассунской и самаррской культур распространялось широко [Мелларт, 1982]. Архаичная монокромная керамика раннехассунского типа известна в Матарре южнее г. Киркука во Внешнем Загросе, верхних горизонтах Джармо, Рас-Шамре в Сирии и, наконец, в Сузиане. Возможно, она была древнейшей посудой в этой южной, прежде не освоенной области. Первая расписная керамика, обнаруженная в культуре Сузиана I, сходна с самаррской. Встречена она и в южномесопотамской культуре Эриду.

Область распространения халафской культуры образует дугу от Евфрата до Верхнего Зеба и примыкает на севере к предгорьям Тавра, местами заходя на него. Здесь были наиболее благоприятные в Северной Месопотамии возможности для неполивного земледелия. Его широкое распространение подтверждается многочисленными находками серпов, зёрен эммера, дву-

рядного, а позднее и шестирядного ячменя [Мелларт, 1982]. Возделывался лён для получения масла и, возможно, волокна. Были одомашнены крупный рогатый скот, коза, собака и, вероятно, овца, но охота продолжала иметь значение.

Для халафских поселений характерны двухкомнатные дома вдоль мощёных улиц, строившиеся на каменном фундаменте из неформованного сырцового кирпича. Обнаружены печи для хлеба. В развитии керамики выделяются три стадии, различавшиеся в восточном (Арпачия в Ассирии) и западном (тель Халаф и другие поселения Сирии) вариантах. В раннюю стадию делали лощёную посуду с натуралистическими орнаментами, изображавшими стилизованных животных, людей и растения. В среднюю стадию распространилась более сложная керамика с геометрическими орнаментами, а в позднюю стадию — полихромная посуда. Импортно-экспортные связи халафа зафиксированы на территории от Средиземного моря до Персидского залива. Была известна медь, и, возможно, как раз с халафом связаны разработка руды и производство медных изделий в районе г. Диарбекира в Турецкой Месопотамии. Именно там, по мнению Дж. Мелларта [1982], могла находиться прародина создателей халафской культуры. Отмечено сходство между халафом второй половины VI тысячелетия до н. э. и культурами Южной Анатолии (Чатал-Хююк, Хаджилар, Джан-Хасан). Оно представлено в посуде, ткачестве, обработке меди и религии (сочетание статуэток богини-матери и бычьих и бараньих голов). Таким образом, влияние Анатолии на развитие халафской культуры несомненно. Конец ей положили пришедшие в середине V тысячелетия с юга Месопотамии носители убейдской культуры, основанной на орошаемом земледелии.

Выполненный анализ особенностей зарождения древнейшей производящей экономики Плодородного полумесяца убедительно показал, что одним из важнейших условий становления земледелия было улучшение климатических условий (см. рис. 71): увлажнение, сопровождавшееся нередко потеплением. Развитие раннеземледельческих культур, их деградация или распространение также зависели в значительной мере от климатических факторов. Технологические приёмы, разработанные в предгорьях, межгорных и подгорных долинах, где было возможным неполивное земледелие, позволило выходцам из таких районов прийти к орошаемому земледелию и распространить его в районах Месопотамии, где неорошаемое земледелие было невозможным или малопродуктивным. Посмотрим теперь, как распространялись эти достижения за пределы Плодородного полумесяца.

3.5.5. Раннеземледельческие культуры Ойкумены вне Плодородного полумесяца

Одним из направлений распространения раннеземледельческих культур центральной части Внешнего Загроса (Хузистана) был юг — *Сузиана и Юж-*

ная Месопотамия. Этот этап характеризовался развитием раннего поливного земледелия и одомашнивания быка и разделяется на четыре фазы [Антонова, 1982]. В фазу Тене-Сабз (вторая половина VI тысячелетия до н. э.) появляются первые признаки поливного земледелия. Культивируются пшеница, голозерный дву- и шестирядный ячмень, лён, вика и чечевица. Одомашнены собака и крупный рогатый скот. На юге этой фазе соответствует культура Сузиана А. Фаза Хазине (первая половина V тысячелетия) проявилась во всём Хузистане и, судя по керамике, содержит халафские элементы. Но более родственна она культурам Сузиана В и Хаджи-Мухаммед в Южной Месопотамии. Сходство культуры Хаджи-Мухаммед с указанными иранскими культурами, по мнению Дж. Мелларта [1982], настолько очевидно, что позволяет уверенно говорить о миграции населения из Ирана в Южную Месопотамию. Там культура Хаджи-Мухаммед наложилась на местный субстрат, сменив культуру Эриду, древнейшую из обнаруженных в этом регионе и сложившуюся на рубеже VI и V тысячелетий до н. э. Для поселения Эриду характерны маленькие прямоугольные дома и святилища из сырцового кирпича. Керамика локальна, но по стилю близка к самаррской, что позволяет говорить о «северном» влиянии. Вместе с тем это едва ли может служить указанием на происхождения посетителей культуры Эриду. Сходные с Эриду керамические находки были сделаны на п-ве Катар (юго-западный берег Персидского залива) и датированы началом V тысячелетия до н. э. [Антонова, 1982].

Культуры Эриду и Хаджи-Мухаммед подготовили становление в Южной Месопотамии в начале второй половины V тысячелетия до н. э. убейдской культуры, вскоре распространившейся по всей Месопотамии до г. Элазига в верховьях Евфрата, г. Мерсина в Киликии и г. Хама на р. Оронте и создавшей условия для возникновения первых шумерских государств [Мелларт, 1982]. Чтобы понять природные условия сложения и развития этой уникальной для того времени культурной общности, помимо климатических условий, ей благоприятствовавших, следует иметь в виду результаты проявившейся в Персидском заливе трансгрессии Мирового океана (см. раздел 4.2). Что же касается синхронных убейду фаз Мехме и Баят-Хузистана и Сузианы (вторая половина V тысячелетия — 3700 г. до н. э.), то в них также проявилось убейдское влияние [Антонова, 1982]. В фазу Мехме ещё продолжали развиваться, судя по керамике, собственно иранские традиции, но в фазу Баят они оказались почти полностью подавленными.

Тёплые и влажные условия, установившиеся в *Загросе* в начале атлантического оптимума, способствовали развитию местных вариантов керамического неолита. В верховьях рек Карун и Керхе сложилась культура Тене Гиана V, игравшая важную роль в контактах культур Сузианы с самаррой и затем халафом [Мелларт, 1982]. Позднее она оказалась в сфере влияния убейдской культуры. В районе оз. Урмия известна культура Хаджи-Фируза [Мелларт, 1982]. Её древнейшие горизонты с нерасписной, плохо обожжённой керамикой вскрыты в поселении Янык-Тене восточнее озера. Алебастр-

ровые сосуды, браслеты и статуэтки роднят эти слои с раннекерамической культурой северной части Внешнего Загроса, известной по Тепе-Сараб и Шимшаре. Более высокие горизонты поселения Хаджи-Фируза южнее озера содержат и расписную керамику. Древнейший слой имеет радиоуглеродный возраст ~7500 лет [6400–6380 гг. до н. э.], а второй сверху слой – ~7115 лет [6000–5930 гг. до н. э.]. В первой половине V тысячелетия до н. э. их сменяет культура Далма, распространившаяся от Янык-Тепе на севере до Гияна на юге. В поселении Далма-Тепе южнее оз. Урмия дома из маленьких комнат окружали дворы с очагами и ямами для припасов. Нижние горизонты содержат нерасписную керамику, орнаментированную оттисками острых предметов и зацепами пальцев. Появление такой примитивной керамики, одновозрастной халафу, может быть связано с проникновением более отсталого населения из Иранского Курдистана. Выше появляется самотная расписная керамика.

Размеры и количество древних поселений в *Западном Иране к востоку от Загроса* «делает почти несомненным предположение о прочном установлении земледелия» [Мелларт, 1982, с. 75]. Наиболее изучено поселение Сиалк между г. Тегераном и г. Кашаном. Древнейший Сиалк I представлен глинобитными постройками. Его керамика, вероятно, синхронная хассунской, часто имела форму и орнамент, сходные с корзинками. Сиалк II отличается постройки из сырцового кирпича, употребление ковеной меди для изготовления мелких орудий и украшений и нарядная керамика, сходная по орнаменту с самаррой. Сиалк III одновозрастен халафу и убейду. Медные предметы стали отливать в формах. Керамика богато орнаментирована. В Сиалке III, 4 найден гончарный круг.

Раннеземледельческие культурные влияния распространились вдоль Эльбурса в *Южную Туркмению*, где в начале атлантики, в VII тысячелетия до н. э., установились теплые и достаточно влажные условия. Наложение западных влияний на местные традиции дало благодатный результат: в VI тысячелетии на подгорной равнине Копетдага, примыкающей к зоне Главного Копетдагского разлома, сложилась земледельческая джейтунская культура [Массон, 1971]. Она охватила несколько столетий, возможно, до тысячи лет. Её основные участки совпадают с тремя современными оазисами: Кызыл-Арват–Баи на СЗ (поселения Баи и Найда-Депе), Геок-Тепе–Ашхабад в центре (Джейтун, Песседжик-Депе, Чопан-Депе, Тоголок-Депе, Новая Ниса, поселение севернее Анау) и Меана–Чаача на ЮВ (Чагыллы-Депе). В развитии культуры выделяются три фазы. Ранняя фаза известна в поселениях Джейтун и Чопан-Депе. Затем происходит распространение культуры, а поздняя фаза наиболее полно представлена в поселении Чагыллы-Депе (радиоуглеродный возраст 7000 ± 110 лет [5990–5740 гг. до н. э.]).

Джейтуны поселения располагались у водотоков, которые тогда были водоносными круглый год. Вдоль них росли деревья. Среди 106 образцов древесного угля Чагыллы-Депе 43 принадлежат тополю, 57 – карагачу, 3 – клёну, 2 – тамариску и 1 – арче. Паводковые воды орошали поля, и необ-

ходимость в ирригации была минимальной. Земледелие было важнейшим элементом экономики. Возделывались двухрядный ячмень, мягкая и карликовая пшеница. Те же злаки культивировались и позднее, до эпохи бронзы. Дикие предки обоих видов пшеницы принадлежат, по Н. И. Вавилону, к ирано-афганскому ареалу. Карликовая пшеница, например, встречена в южноафганском поселении III тысячелетия до н. э. и среди растений, возделывавшихся в хараппской цивилизации. Распространение земледелия подтверждается каменным инвентарём (вкладыши и основы серпов), изготовлявшимся из местных материалов. Серпы имели архаичную прямую форму, тогда как в Хассуне, Джармо и Сиалке в это время использовался более прогрессивный изогнутый серп. Каменная или костяная мотыга были неизвестны.

Мясная пища обеспечивалась охотой и скотоводством. Последнее уже в раннюю фазу давало значительную часть мясного рациона. В слоях Джейтуна, представляющих раннюю фазу культуры, остеологические остатки распределены так: безоаровый козёл — 58, домашние козы и овцы — 23, достоверно дикие животные (баран, джейран, кабан) — 57, неопределённые копытные — 51. В Чагыллы-Депе (поздняя фаза культуры) соотношение заметно смещается в пользу использования домашних животных. Подсчёт в трёх шурфах дал следующие результаты: овцы и козы — 26/36/5 находок в каждом шурфе соответственно, крупный рогатый скот — 1/4/1, дикие животные (джейран и кулан) — 3/9/2.

Поселения были скученными и состояли из прямоугольных домов и хозяйственных построек, глинобитных, а позднее складывавшихся из сырцовых блоков. В Бами, расположенном возле скалистых предгорий, подводились каменные фундаменты. Полы и стены обмазывались известью или глиной. В одном из сооружений Песседжик-Депе обнаружена роспись из геометрического орнамента и изображений животных. Создавалась и использовалась архаичная керамика, изготовлявшаяся ленточным способом и окрашивавшаяся с простыми геометрическими узорами.

Для выяснения происхождения джейтунской культуры важны черты сходства её каменного инвентаря с верхними горизонтами мезолитических разрезов пещер Дам-Дам-Чешме и Гари-Камарбанд в Юго-Восточном Прикаспии. Там признаки одомашнивания безоарового козла обнаружены ещё в VII тысячелетии до н. э., но крайне редок или отсутствует такой неременный атрибут собирательства и земледелия, как вкладыши для серпов. Вместе с тем при значительном своеобразии керамики и каменного инвентаря джейтун намечаются параллели этих изделий его ранней фазы с верхами разрезов Тепе Гурана и Джармо, а поздней фазы — с Сиалком I [Массон, 1971]. Бесспорным проявлением их влияния может считаться проникновение в предкопетдагские оазисы мягкой пшеницы, дикие предки которой не представлены в местной флоре.

В других районах *Средней Азии* переход к производящей экономике складывался на базе преимущественного развития скотоводства [Массон, 1971]. Оно представлено в кельтеминарской культуре Приаралья, причём в позд-

нем кельтеминаре (V тысячелетие до н. э.) наряду с мелким был одомашнен крупный рогатый скот. Таким же путём развивались и культуры горных районов Таджикистана и Северного Афганистана. В гиссарской культуре VII–VI тысячелетий в Западном Таджикистане почти не встречаются жатвенные серпы, но широко представлены домашние животные. Следы одомашнивания козы и овцы зафиксированы и в пещере Гари-Мар на севере Афганистана (VI тысячелетие до н. э.). Скотоводческий путь развития был более медленным. Долго сохранялись архаичные формы, и существенный рывок произошёл лишь с переходом к кочевому хозяйству.

В *Закавказье* первые убедительные признаки земледелия и скотоводства зафиксированы в комплексе Шомутепе на р. Акстафа, относящемся к керамическому неолиту [Кушнарёва, 1993]. С ним параллелизуются комплекс Шулавери в Квемо-Картли, Грузия, и памятники Хатунарх и Цахнунк в Армении. Комплекс Шулавери представляет собой группу поселений, общая продолжительность существования которых оценивается в ~800 лет. В поселениях культуры «шулавери–шомутепе» сооружались небольшие постройки из сырцового кирпича и землянки. Возделывались пшеница, ячмень, полба; среди костей, найденных на поселениях, преобладают домашние животные — бык, свинья, мелкий рогатый скот [Массон, 1971]. Использовались изогнутые серпы с вкладышами и мотыги из кости и рога. В каменной индустрии широко применялся малокавказский обсидиан. Производилась грубая лепная керамика с налепами. Отсутствие переходных к этой культуре мезолитических или раннеолитических культур, конечно, может быть результатом недостаточной изученности. Но представляется, что дело ещё и в том, что довольно прохладный и сухой климат сдерживал до поры до времени развитие здесь производящей экономики, и она сложилась лишь в эпоху атлантического оптимума при непосредственном влиянии соседних культур Плодородного полумесяца.

Производящая экономика получила развитие в эпоху энеолита, чему способствовало улучшение климатических условий в атлантический оптимум. Энеолит распространён в бассейнах Куры и Аракса. Памятники бассейна Аракса (Арагатская долина, Нахичевань, Мильско-Карабахский регион, Муганская степь) представлены компактными группами поселений или горизонтами многослойных поселений, приуроченных к речным долинам. Глинобитные дома круглой и прямоугольной формы сооружались на каменных фундаментах. Характерны побелка стен и окраска полов охрой. Находки вкладышей серпов, костяных мотыг, зерновых ям и зёрен злаков говорят о развитом земледелии. В нижнем горизонте существенно преобладают кости мелкого рогатого скота, а выше возрастает доля костей крупного рогатого скота [Массон, 1971]. Наряду с изделиями каменной индустрии появляются медные наконечники стрел и украшения, для изготовления которых использовалась местная руда. Энеолитические памятники бассейна Аракса ближе к переднеазиатским, чем памятники бассейна Куры: здесь шире распространены лощёная посуда и расписная керамика, в том числе привозная.

На основе радиоуглеродных определений и археологических сопоставлений неолит Закавказья датирован концом VII и VI тысячелетием до н. э., а энеолит — V и первой половиной IV тысячелетия (см. раздел 2.1.3). Они подготовили расцвет закавказского земледелия, представленный куро-аракской культурой ранней бронзы.

В VI тысячелетии до н. э., а, возможно, начиная ещё с конца VII тысячелетия, происходило становление земледельческо-скотоводческой экономики в *Юго-Восточной Европе*. Ранее всего оно зафиксировано в Македонии и Фессалии ещё в докерамическую фазу и несёт признаки культурного влияния или прямого проникновения анатолийского населения [Мелларт, 1982]. Так, костяные крючки и каменные застёжки из Суфли-Магула и других древних поселений Фессалии сходны с аналогичными изделиями начала VI тысячелетия из Чатал-Хююка и Хаджилара. Древнейшая монохромная керамика, появившаяся в Греции в первой трети VI тысячелетия до н. э., аналогична посуде Чатал-Хююка, а появление в конце VI тысячелетия расписной керамики последовало за аналогичным событием в Хаджиларе.

Раскопанное поселение Неа-Никомедия в Македонии даёт представление об экономике второй половины VI тысячелетия до н. э. [Мелларт, 1982]. Дома сооружались из обжаренных глиной столбов, были больше и стояли свободнее, чем в Хаджиларе. Найдены зёрна пшеницы, ячменя, чечевицы, гороха, жёлуди и фисташки — набор, сходный с чатал-хююкским. Были одомашнены овцы и козы; меньше культивировались свиньи и крупный рогатый скот. Показательно, что дикие предки одомашненного мелкого рогатого скота и некоторых видов зерновых отсутствуют в Греции и имеют анатолийское происхождение.

Культурные достижения Македонии распространились как на юг, в Фессалию и Центральную Грецию, так и на север, в Болгарию и далее до Карпат. Поселение Вршник около г. Софии датируется началом VI тысячелетия до н. э. Здесь и в других памятниках Болгарии представлены как ранний неолит с монохромной керамикой, так и расписная керамика среднего неолита. Расписная керамика и предметы каменной индустрии, в частности серпы, обнаруживают сходство с Хаджиларом. Признаки почти столь же древнего возникновения земледелия и скотоводства найдены в Венгрии. Таким образом, становление земледельческо-скотоводческой экономики в Юго-Восточной Европе происходило в результате культурных контактов, а, возможно, и прямого проникновения анатолийского населения в Македонию через Босфор или острова Эгейского моря.

Переход к новым формам хозяйства быстро охватил лесостепные регионы Средней и Восточной Европы, охарактеризованные культурой линейно-ленточной керамики. На земледелие указывают находки зёрен мягкой пшеницы, семян полбы и гороха, мотыг из рогов оленя, кремневых вкладышей серпов и зернотёрок. Обнаружены кости коров, свиней, овец и коз. Быстрота перехода свидетельствует о подготовленности к нему местного населения. Благоприятствовал ему и климат атлантического оптимума.

Памятники культуры линейно-ленточной керамики распространяются в *Северное Причерноморье* — до долин Прута и Днестра. Наряду с ней там в VI тысячелетии до н. э. сложилась самобытная буго-днестровская культура [Даниленко, 1969]. О занятии земледелием свидетельствуют обломки зернотёрки, мотыги из оленьего рога, ножи-серпы из кабаньих костей с кремнёвыми вкладышами; но сохраняли значение охота, рыболовство, собирание раковин. Сходство керамики с найденной в Нео-Никомедия указывает на македонское, т. е. в конечном счёте то же анатолийское влияние. Становление производящей экономики в Северном Причерноморье отличалось от более западных и юго-западных районов Европы [Массон, 1971]. Здесь не было сортового разнообразия диких злаков, но обитали тур и кабан, что определило большую роль скотоводства. Ещё до появления керамики в Крыму была одомашнена свинья (позднее бык и овца), а в Нижнем Приднепровье (низы разреза Каменной могилы) — бык. В докерамическом комплексе Сороки в Приднестровье (радиоуглеродные даты 7430 ± 80 лет [6390–6230 г. до н. э.] и 7530 ± 120 лет [6460–6240 г. до н. э.]) основу экономики составляли рыболовство, охота и собирание моллюсков, но уже были одомашнены свинья и позднее бык. Доля потребления домашних животных в мясном рационе возрастала со временем, судя по составу костных остатков, от 10 до 20 %.

В течение V тысячелетия до н. э. (в эпоху керамического неолита) роль скотоводства ещё более возросла. Оно составляло основу хозяйства сурско-днепровской культуры, наряду с рыболовством, охотой и примитивным земледелием, на которое указывают находки мотыг из оленьего рога и костяных серпов с кремневыми вкладышами. Разведение крупного рогатого скота осваивают и племена днепро-днепровской культуры, обитавшие в лесостепной и лесной зонах Верхнего Поднепровья и Южной Белоруссии и прежде строившие хозяйство на охоте, рыбной ловле и собирательстве.

Знаменательным событием в развитии скотоводства в Северном Причерноморье было одомашнивание лошади, первые следы которого обнаружены в поселении Деревка на правом берегу Днепра, датируемом второй половиной IV тысячелетия до н. э. [Бибикина, 1967]. Коневодство связывают с энеолитической среднеднепровской культурой второй половины IV — начала III тысячелетия. Она сформировалась на базе сурско-днепровской и днепро-днепровской культур (V — первая половина IV тысячелетия), когда и могли предприниматься первые попытки приручения лошади. Во всяком случае, уже со второй половины IV тысячелетия в степи от Среднего Дуная до Волги распространяется культ конеголовых скипетров как символа власти, знаменующий появление конницы [Клейн, 1990]. Центром распространения культа, по-видимому, была новоданиловская культура Приднепровья.

Вместе с тем в материалах неолитических поселений Южного Приуралья и Северо-Западного Казахстана, датированных VI тысячелетием до н. э., наряду с костями других домашних животных, найдены и кости лошади, причём на поселении Давлеканово им принадлежат 44% костей, а на поселении Батай они преобладают [Мартынов, 1996]. Если указанные датировки и факт

доместикации лошади подтверждаются, можно поставить вопрос о существовании не только приднепровского, но и других центров её приручения.

Достаточно рано попал в сферу ближневосточного влияния *Kunp*. Наиболее древняя известная здесь культура — поселение бескерамического неолита Хирокитиа, датируемое концом VII — началом VI тысячелетия до н. э. [Мелларт, 1982]. Несмотря на более позднюю дату, оно имеет общие черты с натифием или докерамическим неолитом А Иерихона. Это запаздывание может быть результатом сравнительно изолированного развития Кипра, но сходство указывает на связи с Восточным Средиземноморьем. Наличие обсидиана заставляет предположить также контакты с Анатолией. Хирокитиа — большое поселение из круглых домов. Они построены из местного известняка. Найдены основы серпов, зернотёрки, ступки, свидетельства разведения коз, овец и, возможно, свиней. Позднее эти поселения были заброшены, и лишь на северном берегу острова, в Трулли, фиксируется более поздняя культура с хорошо обожжённой расписной керамикой. Она сходна с керамикой Хаджилара I (конец VI тысячелетия), откуда могло прийти новое население.

В долине *Нила* древнейшие поселения, жители которых занимались интенсивным собирательством, относятся к XIII–XII тысячелетиям до н. э. [Заблоцка, 1989]. Одним из них было Ком-Омбо севернее г. Асуана. Здесь длительное время жил коллектив из 160–180 человек. Найдены каменные зернотёрки и ножи, игравшие роль серпов. Хотя это и показывает высокий технологический уровень населения, перехода к земледелию не произошло, возможно, из-за отсутствия нужного ассортимента диких растений и надлежащих климатических условий. В эпоху последнего оледенения климат Северной Африки был сухим и довольно прохладным. Это была пустыня. Гумидизация началась в VIII тысячелетии, и в VII тысячелетии нерегулярные дожди сменились более регулярным обводнением. Северная граница саванны продвинулась на 1000 км к северу. В пустыне возникли озёра и болота, предоставившие богатые возможности первобытным охотникам. В подходящих местах, например во впадине Фарафра современной Западной пустыни Египта и подобных оазисах Сахары, население переходило к интенсивному собирательству, что способствовало стабилизации поселений [Barich, 1995]. Возможно, уже тогда их жители одомашнили овец и делали попытки земледелия. Но окончательного перехода к производящей экономике не произошло и на этот раз из-за иссушения в VI тысячелетии, сменившегося в V тысячелетии до н. э. новым периодом увлажнения.

Именно к этому времени относится поселение Фаюм А в одноименном оазисе, датируемое началом V тысячелетия (радиоуглеродная дата 5900 ± 110 лет [4900–4660 гг. до н. э.]) [Заблоцка, 1989]. Население занималось разведением свиней, коз, овец и, вероятно, крупного рогатого скота, охотой и собирательством. Выращивание ячменя, пшеницы и льна началось, но играло пока второстепенную роль. Найдены древнейшие в Египте образцы нерасписной керамики, изготовленной вручную и обожжённой. Чуть позже возникли первые стабильные поселения в Дельте [Заблоцка, 1989]. К их числу относится Меримде в западной части Дельты, где люди

жили с конца V до середины IV тысячелетия. По-видимому, и здесь хозяйство основывалось на скотоводстве.

Древнейшие свидетельства производящей экономики в долине Нила представлены бадаринской культурой, датируемой началом IV тысячелетия до н. э. [Заблоцка, 1989]. Она была скорее земледельческой, чем скотоводческой. Выше, чем в Дельте, был уровень ремёсел. Керамика украшалась узорами и изображениями людей. Появилась полихромная посуда. Больших успехов достигли ткачество и резьба по слоновой кости. Преемницей бадаринской культуры стала амратская культура, при которой появились изделия из меди горячей и холоднойковки и существенно развилось керамическое производство. Рисунки на керамике показывают, что выючным животным был осёл, а для водного транспорта использовались вёсельные суда. Преемницей амратской культуры явилась герзейская культура конца IV тысячелетия, распространившаяся по всему Египту. Прогресс в орошаемом земледелии, ремёслах, идеологии и общественных отношениях, достигнутый за 400 лет развития этой культуры, обеспечил создание Древнеегипетского государства.

Таким образом, производящая экономика Египта сложилась сравнительно поздно, вероятно, на базе взаимодействия и в конечном счёте слияния культур выходцев из более южных районов Африки, населявших долину Нила, и полукочевых охотников, собирателей и ранних скотоводов Южного Присредиземноморья. Растения и животные были заимствованы, по крайней мере частично, из Передней Азии, поскольку в Египте для них не было исходных диких форм. Вероятно, выходцы из Передней Азии участвовали в становлении производящей экономики Египта. Подобные экспансии (гиксосы, израильские племена и т. д.) случались неоднократно и в Династический период.

3.6. Воздействия климатических и тектонических событий на дальнейшее развитие производящей экономики. Проблема Арала

3.6.1. Роль активной тектоники

Активные разломы продолжали контролировать локализацию поселений и на более поздних стадиях развития производящей экономики. Так, к зонам активных разломов приурочено подавляющее большинство местонахождений археологических объектов куро-аракской культуры (КУАК) — первой развитой земледельческой культуры Закавказья, распространившейся

сядо Дагестана, Северо-Западного Ирана и Восточного Присредиземноморья [Кушнарёва, 1993]. На поздних стадиях развития КУАК, когда возникла необходимость защищать поселения, проявился и фортификационный эффект активной тектоники: та естественная защита, которую давали разломные уступы и предопределённое тектоникой резкое эрозионное расчленение местности.

Для территории Восточной Европы роль активной тектоники не столь заметна на первый взгляд, поскольку скорости и контрастность позднечетвертичных тектонических движений невелики, а землетрясения слабые и происходят редко. Сильнейшее землетрясение, зафиксированное на территории Европейской России и имевшее магнитуду 5,5, произошло в Капдалакшском грабене Белого моря и не имело сколько-нибудь серьезных социальных последствий. Вместе с тем анализ средне- и позднечетвертичных тектонических проявлений позволяет наметить блоковую делимость, выраженную в рельефе и гидрографической сети [Трифонов и др., 1993; Трифонов, 1999]. Здесь трудно говорить о разломных границах блоков в прямом смысле слова, поскольку они крайне редко выражены разрывами сплошности пород. Но к таким границам нередко приурочены аномалии трещиноватости, резкие изменения фаций четвертичных отложений, флексуры и, реже, разрывы осадочного чехла, разломы фундамента. Вдоль некоторых границ отмечаются высокие градиенты скоростей современных вертикальных движений, паминого превосходящих многовековой тренд [Карта..., 1992; Кафтан, Серебрякова, 1990]. Эти аномалии предположительно связывают с неравномерностью перемещений, при которой скорость может эпизодически возрастать как во всей зоне разлома, так и на её отдельных участках, мигрирующих во времени [Никонов, 1977]. Возможность таких высокочастотных вариаций существенно увеличивает инженерно-геологическую опасность разломов. Важны они и как зоны проницаемости для флюидов.

В этой связи интересны исследования, выполненные в г. Санкт-Петербурге и его окрестностях [Мельшиков и др., 1994]. Здесь вдоль трасс метрополитена обнаружены небольшие разрывы, сменяющие слои осадочного чехла и частично контролирующее распределение и мощности морены последнего оледенения и осадков предшествовавшего интергляциала; с разрывами связаны радоновые аномалии; в домах, расположенных над ними, возрастает число раковых заболеваний (рис. 72). Наблюдения в окрестностях Санкт-Петербурга показали, что зоны подобных разрывов оказывают угнетающее воздействие на биоту: вдоль них возрастает относительное количество больных деревьев (табл. 6). Патогенная роль таких нарушений обусловлена особенностями геологического строения. Неглубоко залегающий кристаллический фундамент района Санкт-Петербурга характеризуется несколько повышенным фоновым содержанием радиоактивных элементов. Они концентрируются в вендской коре выветривания. Обогащённые ими флюиды выносятся в зонах описанных нарушений на земную поверхность.

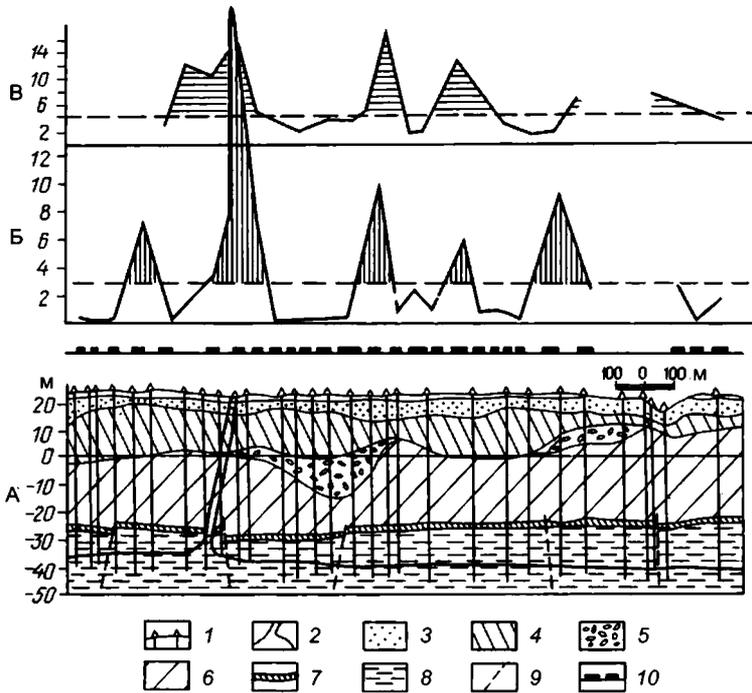


Рис. 72. Схематический геологический разрез через Петроградскую сторону г. Санкт-Петербурга по линии метрополитена (А) в сопоставлении с числом онкологических заболеваний в указанных домах на 1000 человек в год (Б) и концентрацией радона в почве в КБк/м³ (В) [Мельников и др., 1994]

1 — скважины; 2 — ствол эскалатора и кровля туннеля метрополитена; 3 — голоценовые пески и супеси; 4 — гравийно-песчаные отложения межледниковых палеорусел (начало верхнего плейстоцена); 5 — супеси и суглинки валдайской морены (верхний плейстоцен); 6 — супеси и суглинки московской морены (средний плейстоцен); 7 — кора выветривания вендских отложений; 8 — песчаники и глины котлинского горизонта венда; 9 — тектонические нарушения; 10 — жилые дома по линии разреза

В Московской синеклизе, на стыке Московской, Калужской и Тульской областей, фундамент глубоко погружен и не обогащен радиоактивными элементами. Однако и здесь имела место их ремобилизация сначала в визейских терригенных отложениях, затем в фосфоритоносной верхней коре. При этом радиоактивные рудопроявления тяготеют к субширотной зоне средне-позднечетвертичного тектонического контраста на северном краю

Таблица 6. Содержание больных (с дихотомированными вершинами) деревьев в активных зонах (з.р.) и вне таких зон в парках Санкт-Петербурга [Мельников и др., 1994]

Показатель	Липа		Береза		Сосна	
	в з.р.	вне зоны	в з.р.	вне зоны	в з.р.	вне зоны
Число обследованных деревьев	742	428	1133	1281	619	1977
% больных деревьев	9,16	3,74	21,89	5,31	5,01	1,06

Среднерусской возвышенности. Наблюдаемые здесь радоновые аномалии в подземных водах могут иметь бальнеологическое значение [Игнатов, Лыхин, 1998].

Несмотря на слабый деформационный эффект, активные нарушения Русской плиты оказали влияние на распределение и рост городов [Жидков и др., 1999]. Чтобы убедиться в этом, мы выбрали на территории России, Украины, Беларуси, Прибалтики и Молдовы города, возникшие до 1300 г., с современным населением свыше 100 тыс. жителей. Временное ограничение было введено в связи с тем, что татаро-монгольское нашествие и связанное с ним последующее обособление Великороссии изменили градостроительную политику, а нас интересовал однородный по происхождению материал. Ограничение по численности населения связано с недостаточностью знаний о времени возникновения многих населённых пунктов с малым числом жителей. Были также исключены две крупнейшие столицы: Москва и Киев, поскольку их интенсивный рост в значительной мере обусловлен столичным положением. В итоге осталось 46 городов (табл. 7).

Позиция городов была сопоставлена с картой активных нарушений Северной Евразии масштаба 1:2 500 000, созданной под руководством В. Г. Трифонова в рамках Проекта П-2 «Карта крупных разломов Мира» Международной программы «Литосфера» [Трифонов и др., 1993; Trifonov, 1997]. При сопоставлении учитывалось разделение зон нарушений на достоверные и предполагаемые. В итоге города разделились на три группы: a_1 – города, через территории которых проходит как минимум одна зона нарушений (15, в том числе 5 на сочленении таких зон); a_2 – города, через территории которых проходит как минимум одна предполагаемая зона нарушений (15, в том числе 5 на сочленении зон); n – города без известных зон активных нарушений (16). Для каждого города рассчитано отношение численности его населения M к возрасту T (дате первого упоминания в историческом источнике). M и T взяты на момент переписи населения 1982 г. Это отношение в среднем составило 0,46 для всех проанализированных городов, но оказалось различным

Таблица 7. Темпы роста городов, основанных до 1300 г. на Восточно-Европейской платформе в зонах активных нарушений, достоверных (a_1) и предполагаемых (a_2) и вне таких зон (Π), по данным на 1982 г.
[Жидков и др., 1999]

Тип	Город	M	D	T	M/T
1	2	3	4	5	6
a_1	Минск	1370	1067	915	1,17
	Рига	858	1201	781	1,10
	Львов	699	1256	726	0,96
	Ярославль	614	1071	911	0,67
	Вильнюс	514	1128	854	0,60
	Брянск	413	1146	856	0,49
	Калининград	370	1255	727	0,51
	Владимир	313	1108	874	0,36
	Рыбинск	245	1071	911	0,27
	Новгород	204	859	1123	0,18
	Белая Церковь	166	1155	827	0,20
	Коломна	151	1190	792	0,19
	Даугавпилс	120	1275	707	0,17
	Елец	113	1146	836	0,14
Бендеры	111	1190	792	0,14	
a_1	<i>Среднее</i>	—	—	—	0,48
a_2	Нижний Новгород	1373	1221	761	1,80
	Казань	1023	1290	692	1,48
	Тула	524	1146	836	0,63
	Рязань	477	1095	887	0,54
	Астрахань	474	1290	692	0,69
	Тверь	428	1190	792	0,54
	Липецк	423	1290	692	0,61
	Гомель	419	1142	840	0,50
	Курск	379	1036	950	0,42
	Витебск	317	1021	961	0,33

3.6. ВОЗДЕЙСТВИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ И ТЕКТОНИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ
НА ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ ПРОИЗВОДЯЩЕЙ ЭКОНОМИКИ

1	2	3	4	5	6
a ₂	Могилёв	316	1267	715	0,44
	Чернигов	258	890	1092	0,24
	Вологда	254	1147	835	0,30
	Ковров	147	1190	792	0,19
	Орша	116	1067	915	0,13
a ₂	<i>Среднее</i>	—	—	—	0,59
н	Таллинн	449	1154	828	0,54
	Каунас	389	1090	892	0,44
	Смоленск	316	863	1119	0,28
	Вятка	307	1190	792	0,39
	Белгород	262	1237	745	0,35
	Кострома*	262	1190	792	0,33
	Житомир	259	890	1092	0,24
	Гродно	222	1128	854	0,26
	Брест	201	1019	963	0,21
	Ровно	199	1282	700	0,28
	Клайпеда*	184	1252	730	0,25
	Лунк	155	1085	897	0,17
	Борисов*	120	1102	880	0,14
	Муром*	118	862	1120	0,11
	Лисная	109	1253	729	0,15
Тарту	108	1030	952	0,11	
н	<i>Среднее</i>	—	—	—	0,27

* Предполагаемая зона нарушений проходит через окраинную часть поздней застройки или по пригородам, так что город можно отнести и к типу a₂.

Примечание. М – численность населения, тыс. чел.; D – год основания города; Т – возраст города в годах.

в разных группах: для группы a_1 $M/T = 0,48$; для группы a_2 $M/T = 0,59$; для группы n $M/T = 0,27$. Различия между a_1 и a_2 представляются несущественными из-за слабой обоснованности выделения активных нарушений на Русской плите.

Предпринятое сопоставление позволило сделать два вывода. Во-первых, большинство городов Древней Руси и соседних стран Русской плиты возникло на зонах активных нарушений (30 из 46, причём 7 городов построены на сочленении таких зон). Во-вторых, интенсивность роста M/T городов на зонах активных нарушений оказалась вдвое выше, чем городов вне активных зон. Во всех трёх группах есть города с низкими значениями M/T (0,14 в группе a_1 ; 0,13 в группе a_2 ; 0,11 в группе n). Но в группах a_1 и a_2 существенно больше городов со значениями $M/T > 0,44$ (7 в группе a_1 , 8 в группе a_2 и только 1 в группе n). Иначе говоря, присутствие активной зоны не обеспечивало обязательного интенсивного роста города (это зависело от политических и экономических факторов), но открывало для него больше возможностей. Вероятно, важнейшей была приуроченность к зонам нарушений трасс наземных и водных коммуникаций, но могли иметь значение также связь с нарушениями источников подземных вод и относительное разнообразие ландшафтов таких зон, обусловивших возможность обособления града правителя от посада и эстетическую привлекательность местности. Таким образом, активная тектоника играла роль в историческом развитии общества на равнинах Восточной Европы, но её функции были иными, чем в Альпийско-Гималайском горном поясе и на его обрамлениях.

3.6.2. Роль климатических изменений

Влияние климатических изменений на развитие земледельческих культур и цивилизаций имеет множество подтверждений. Ограничимся несколькими примерами.

После аридного перерыва, приходящегося на энеолит, на территории Иерихона около 3200 г. до н. э. начинает развиваться культура древнего бронзового века, совпадающая с некоторым запаздыванием с гумидной фазой, которая охватывала интервал 3,5–2,3 тыс. лет до н. э. [Issar, 1996; Marchetti, Nigro, 1997a, b]. Возникает и разрастается укреплённое городское поселение, приобретающее важную роль в торговых связях Египта и Сирии. Период завершается сооружением сплошной каменной оборонительной стены в ~2300 г. до н. э. Затем город сокращается. Этот кризис, отмечаемый и в других городах Палестины и охватывающий интервал ~2,3–2,0 тыс. лет до н. э., совпадает с эпохой аридизации.

Новый этап активности приходится на период средней бронзы (2,0–1,55 тыс. лет до н. э.) [Marchetti, Nigro, 1997a,b]. Восстанавливаются связи с Египтом. В период наибольшего расцвета, примерно в 1800 и 1600 гг. до н. э., возводятся сначала одни, потом другие каменные стены, отмечающие всё боль-

ший рост города. Среднебронзовый период совпадает частично с началом гумидизации, основная фаза которой датируется интервалом 1,5–0,8 тыс. лет до н. э. Именно она, вероятно, привела к исходу евреев из Египта в Палестину и, в конечном счёте, к образованию древнеизраильского государства. Но Иерихон в эту фазу потерял прежнее значение. Его возрождение происходит лишь в эллинистическо-римское время, совпадающее с новой фазой гумидизации [Issar, 1996].

Как было показано в разделе 3.5.5, становление производящей экономики в Юго-Восточной Европе и Северном Причерноморье совпало с атлантическим периодом. Во второй половине V тысячелетия до н. э. на юге Украины, в Молдове и Румынии, на базе предшествующих культур и анатолийско-балканского влияния, возникла энеолитическая культура Кукутени-Триполье, представлявшая собой вершину развития раннего земледелия и скотоводства в регионе. В её поздний этап, относящийся к первой половине III тысячелетия, сложилась характерная иерархия поселений: вокруг грандиозных по тем временам (до 500 га) центров с концентрической планировкой, большими, нередко двухэтажными строениями, располагались святилища и небольшие поселения с нерегулярной планировкой. Такая иерархия отражает социальное расслоение общества, хотя признаков имущественного неравенства не обнаружено, и может рассматриваться как претеча полисного устройства. Быстрая деградация трипольской культуры во второй половине III тысячелетия совпадает с похолоданием начала суббореала.

Оно сказалось и на судьбе другой раннеземледельческой культуры — куро-аракской, сложившейся в середине IV тысячелетия до н. э. в Закавказье. В начале второй половины III тысячелетия, к концу зрелой фазы её развития, наметились концентрация населения межгорных впадин вдоль крупных рек, освоение высоких предгорий и горных долин и миграция населения на юго-запад — в Восточную Анатолию, Сирию и Палестину, и на юго-восток — в Северо-Западный Иран. Возможно, это отчасти связано с похолоданием и аридизацией областей сложения культуры. Заметим, что в это же время наступил кризис в городах-государствах Шумера, приведший к его завоеванию восточноемитскими племенами под предводительством Саргона Аккадского (2371–2316 гг. до н. э.).

Увлажнение Северо-Западной Индии и соседних регионов в интервале 3–1,8 тыс. лет до н. э. способствовало расцвету Харапской цивилизации. Последующее иссушение, фиксируемое во многих местах Центральной, Южной и Восточной Азии, совпало с началом её деградации, а через два-три столетия она прекратила существование как целое, и пришедшие в Индию арии застали лишь её развалины и отдельные очаги, сохранившиеся близ побережья и в более южных районах субконтинента. Новая фаза увлажнения пришлась в Северной Индии на последние века до нашей эры — первые века нашей эры, создав благоприятные условия для развития блистательных государств классического периода индийской истории: царств Маури, Сунгаса, Сатаваяна, Кушана и Гупты. Последующее

иссушение V–IX вв. было временем существенной социально-экономической деградации.

Начавшаяся в IV–V вв. н. э. аридизация охватила североафриканскую и восточносредиземноморскую житницы Римской империи, подорвала тем самым её экономику и способствовала крушению империи. Улучшение климатических условий произошло в Европе в «эпоху викингов», что стало одним из факторов нового экономического и социального подъёма. Но в XVI в. в Европе наметилось похолодание, связанное с «Малым скандинавским оледенением». Оно получило наибольшее развитие в XVII в. и продолжалось до XIX в., отразившись на экономике и жизни общества.

На подгорной равнине вдоль северо-восточных подножий Копетдага, где начавшийся в VII тысячелетии до н. э. период увлажнения продолжался до начала II тысячелетия до н. э., ареал раннеземледельческой джейтунской культуры расширился в эпохи энеолита и бронзового века, чему способствовала миграция иранского населения в начале энеолита (культура Анау IA) и возможных переселенцев из Элама на определённых этапах бронзового века. Земледелие распространилось в долину Пратеджена. Но последующая аридизация и связанные с ней блуждание и деградация Теджена привели к вырождению, а во второй половине II тысячелетия до н. э. к гибели этих культур. Новая полоса расцвета земледелия в Средней Азии приходится на античное время, также совпадающее с фазой увлажнения. В VI в. до н. э. — II в. н. э. площадь орошаемых земель в бассейне Арала достигала 3,5–4 млн га [Толстов, 1962; Андрианов, 1991]. Земледелие развивается даже в ныне засушливой Джунгарии. Однако аридизация, наметившаяся ещё в самом конце I тысячелетия до н. э., в III–V вв. н. э. достигла максимума, что привело к деградации и облегчило арабское завоевание.

Очередное увлажнение, сопровождавшееся некоторым понижением температур, приходится на XI–XV вв. С ним связан новый расцвет земледелия, расширение орошаемых земель до размеров, близких к античному времени [Клиге и др., 1998], рост старых и появление новых городов. Даже разрушения, вызванные монгольским завоеванием и походами Тимура, не привели к существенной деградации и были быстро ликвидированы. Кстати, сама монгольская экспансия, как неоднократно отмечал Л. Н. Гумилёв [1966а, 1990], стала возможной благодаря росту населения степи, обусловленному в конечном счёте её увлажнением. В XIV–XVI вв., с подъёмом уровня воды в Сарыкамышской впадине, ирригационное земледелие интенсивно развивается и на её склонах. Однако со второй половины XVI в. и особенно с XVII в. в развитии государств Средней Азии намечается застой, совпадающий с иссушением эпохи Малого скандинавского оледенения. В Хорезмском оазисе с прекращением стока по Кунарью жизнь стала замирать, а в Сарыкамышской впадине с понижением уровня и засолением озера земледелие почти полностью прекратилось. Климатические колебания античного и средневекового времени наглядно проявились в подъёмах и спадах Самарканда.

3.6.3. Проблема Арала

Изменения голоценовых климатических обстановок запада Средней Азии, определявшееся сменой температур и влажности, отразилось в истории Аральского моря и стока основной наполняющей его реки — Амударьи, которая питается талыми водами ледников Памира и Тянь-Шаня и следовала в разные эпохи голоцена то в Арал, то через Сарыкамыш в Каспий. В 1960 г. уровень Арала был +53 м, а Каспия –28 м. Какими бы ни были их колебания в течение голоцена, уровень Арала был неизменно выше. Сток Амударьи через Сарыкамыш в Каспий представлял собой двухступенчатую систему: сначала заполнялась Сарыкамышская впадина, в которой различаются её более глубокая (до 100 м) северная и более мелкая (до 20 м) южная части. Затем, начиная с определённой отметки уровня, вода переливалась через невысокую перемычку и заполняла также Ассаке-Ауданскую впадину, и лишь при достижении уровнем озера отметки +55 м (самая высокая точка Узбоя у горы Кугенек), начинался сток по Узбою.

В холодных и сухих условиях последнего оледенения Амударья следовала непосредственно в Каспий вдоль северного борта Предкопетдагского прогиба (Северных Каракумов), а Арал и Сарыкамыш, если и существовали, то были весьма маловодными [Клиге и др., 1998]. В X тысячелетии до н. э. уровень Арала поднялся выше отметки 1960 г. [Пшенин и др., 1984] за счёт начала деградации при ещё низкой температуре и слабом испарении. В борсальный период температура возросла. Приток талых вод увеличился, но усилилось и испарение. В Арале наступила глубокая регрессия, связанная с поворотом Амударьи через Сарыкамыш в Каспий [Развитие..., 1993]. Количество осадков возросло в атлантический оптимум, который в Средней Азии продолжался, как минимум, до начала III тысячелетия. Высокая обводнённость Сарыкамыш-а отмечена в течение всей атлантики, а в конце оптимума (3500–3000 гг. до н. э.) стал наполняться и Арал, где морские осадки этого возраста перекрывают континентальные отложения [Изменение..., 1999] и на его западном и северном побережьях слагают террасу высотой ~70 м [Клиге и др., 1998] (рис. 73). При высокой обводненности обоих водоёмов в Арал проник *Cardium edule*, где его самые ранние находки относятся к рубежу IV и III тысячелетий до н. э. [Развитие..., 1993].

В начале II тысячелетия до н. э. произошла аридизация. Узбой стал мелководным и прерывистым, а затем и вовсе пересох [Кубасов, Кубасова, 1992]. Арал, уровень которого, по данным А. О. Селиванова [Клиге и др., 1998], сначала понизился до +35 м, затем стал постепенно наполняться в результате формирования новых обращённых в него русел Амударьи и отмирания русел, обращённых в Сарыкамыш. Эта трансгрессия, называемая древнеаральской, достигла максимума (+57 м) к началу I тысячелетия [Кесь и др., 1980], но в ~900 г. до н. э. завершилась, судя по радиоуглеродным датировкам береговых валов.

VIII–VII вв. до н. э., вероятно, отличались засушливыми условиями, и в это время Сарыкамышского озера не существовало, а уровень Арала был

пониженным. С середины I тысячелетия происходит увлажнение региона [Гумилёв, 1966а]. Уровень Арала повышается до $+54 \div +57$ м (новоаральская трансгрессия). Одновременно, в 500–100 гг. до н. э. происходит трансгрессия и в Сарыкамьшской впадине, приведшая к возобновлению стока по Узбою. Его русло проследено на дне Каспия до отметки -32 м. Однако в I в. до н. э. началось иссушение, а к III–V вв. н. э. оно достигло максимума и продолжалось до X–XI вв. Сток по Узбою прервался, Сарыкамьшское озеро деградировало, а уровень Арала сначала упал до $+25$ м, а затем медленно повышался до $+37$ м [Клиге и др., 1998].

Новая эпоха увлажнения началась в XI в. Оно усилилось в XIII–XIV вв., когда осадков выпадало на $75-160$ мм/год больше, чем сейчас, при некотором понижении температур: зимние были на $1-2^\circ$, а летние — на $2-3^\circ$ ниже современных. Ещё в IX–XII вв. при низком уровне Арала, возможно, возобновился сток в Сарыкамьшскую впадину [Толстов, 1962; Кесь и др., 1980]. Для защиты г. Куны-Ургенча от напиравших с востока вод построили плотину. Она была разрушена при монгольском нашествии 1219–1221 гг., и часть вод Амударьи вновь устремилась в Сарыкамьш [Кубасов, Кубасова, 1992]. Однако его значительного обводнения тогда не произошло, возможно, из-за восстановления ирригационных систем Хорезма. Во всяком случае водоснабжение караван-сарая Талай-хан-Ата на Узбое в это время базировалось на сборе атмосферных осадков.

В XIII в. уровень Арала стал повышаться. Он превысил уровень 1960 г. и в XIV–XV вв. достиг максимальных отметок [Шнитников, 1957]. Произошло

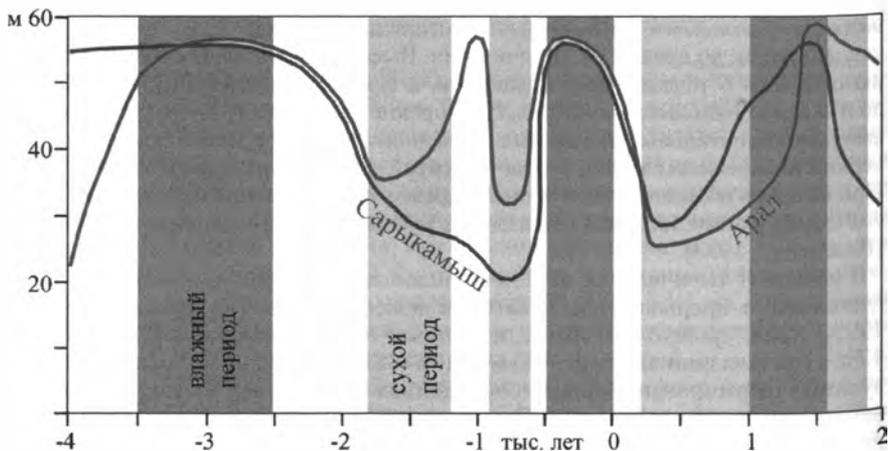


Рис. 73. Сопоставление изменений уровней воды в Арале и Сарыкамьше с периодами увлажнения и иссушения Средней Азии в среднем и позднем голоцене

подтопление Кувандарьи (устья Сырдарьи), что вынудило жителей покинуть г. Янгикент — столицу тюрков-гузов, процветавшую в I тысячелетии н. э. Одновременно, в XIV в., поднялся уровень воды в Сарыкамышской впадине. Крепость Зенги-баба, расположенная в её юго-восточной части на отметке около +51 м, в конце XV в. была затоплена и погребена галечниками [Толстов, 1962]. Вода проникла и в Ассак-Ауданскую впадину, на северном борту которой была подмыта крепость Ассак-Аудан XIV в. [Кубасов, Кубасова, 1992]. По мнению С. П. Толстова, стока по Узбою тогда не было, хотя А. С. Кесь допускает отдельные прорывы воды. О них свидетельствует разрез Балханского сора в 75 км восточнее г. Красноводска, где осадки Узбоя залегают на торфянике, датированном 900–1200 гг. н. э. [Варушенко и др., 1987; Развитие..., 1993]. Указанием на возможное возобновление в это время стока в Каспий служит карта региона, представленная в зале Географических карт, или Гербовом, Дворца дождей в Венеции. Дворец был построен в XIV в., а его внутренняя отделка относится к XIV–XVII вв. На карте Амударья (Oxus) впадает в Каспий, хотя и обозначены две её протоки, следующие в Арал. Мургаб достигает Амударьи, а Теджен впадает в Каспийское море на месте Балханского сора. Если такое изображение Теджена не подтверждается, то Мургаб в XV в. действительно был полноводнее, чем сейчас. Достигал Амударьи во время половодий и Зеравшан.

Во второй половине XVI в. началось иссушение, достигшее максимума в XVII в. Прекратился сток по Кундарье. Уровень Сарыкамышского озера понизился, и в начале XVII в. озеро стало засоляться, распалось на несколько солёных озёр и наконец пересохло [Кубасов, Кубасова, 1992]. Однако уровень Арала с эпизодическими спадами оставался до 1960 г. относительно высоким за счёт стока Амударьи [Клиге и др., 1998].

Итак, в средне- и позднеголоценовой истории системы Арал–Сарыкамыш–Узбой фиксируются фазы увлажнения региона, когда уровень воды поднимался в обеих впадинах и нередко возобновлялся сток по Узбою (атлантический оптимум; вторая половина I тысячелетия до н. э. — начало I тысячелетия н. э.; XI в. — начало XVI в.), и фазы иссушения, когда уровень обоих озёр понижался, иногда до полного исчезновения (первая половина II тысячелетия и, возможно, VIII–VII вв. до н. э.; III–X вв. н. э.).

Вместе с тем были эпохи, как относительно влажные, так и засушливые, когда Амударья сбрасывала большую часть вод либо только в Арал, либо только в Сарыкамыш и Узбой (см. рис. 73). Так, до середины IV тысячелетия до н. э. на фоне увлажнения сток шёл в Сарыкамыш и по Узбою в Каспий, а в Арале была регрессия; в IX–XII вв. н. э. также наполнялся только Сарыкамыш. Напротив, около 1000 г. до н. э. и с конца XVI в. н. э. до середины XX в. на фоне аридизации наполнялся только Арал. Это зависело от функционирования того или иного русла Амударьи, что, вероятно, определялось подвижками по разломам и связанными с ними поднятиями, перекрещивающимися южнее Арала (рис. 74). Активизация меридиональных разломов близ современного устья Амударьи препятствовала заиливанию стока в Арал, а рост поднятия на их южном продолжении приводил к заили-

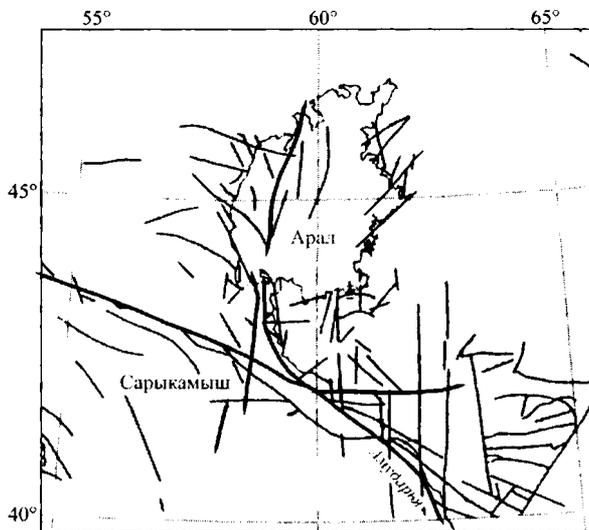


Рис. 74. Главные зоны активных нарушений (утолщённые линии) и мелкие активные разломы (тонкие линии) района Арала–Сарыкамыша [Трифонов и др., 2002]

ванию стока в Сарыкамыш. При подвижке по разлому северо-западного простирания, напротив, затруднялся сток в Арал.

Таким образом, система Арал–Сарыкамыш–Узбой развивалась в голоцене в условиях сложного взаимодействия климатических изменений и проявлений активной тектоники. Результаты этого взаимодействия сыграли, как показано выше, важную роль в подъёмах и спадах экономики региона.

Глава 4

Изменения уровня моря, активная тектоника и общественное развитие

4.1. Причины изменений уровня моря

Причины изменений уровня моря в квартере рассмотрел А. О. Селиванов [1996], в работе которого приведён и список литературы по проблеме. Упрощая предложенную им классификацию, наиболее значимые причины можно свести к двум главным источникам: изменению климата и тектоническим воздействиям.

Самой очевидной климатической причиной является концентрация воды в ледниках при оледенениях и приток в океан талых вод при дегляциации. Для рассматриваемого нами интервала времени решающее значение имело таяние ледников последнего оледенения. Как показали исследования разных авторов, уровень Мирового океана быстро реагировал на этот процесс. Суммарная амплитуда послеледникового подъёма оценивается величинами 120 ± 50 м [Селиванов, 1996], причём большинство оценок находится в интервале значений $100 \div 130$ м.

Корреляция между подъёмом уровня океана в поздне- и послеледниковое время, установленном по высотам террас на о-ве Барбадос, и интенсивностью поступления в океан талых вод (рис. 75) подтверждает, что таяние ледников – главный фактор подъёма уровня океана [Селиванов, 1996]. Подъём зависел также от гляциоизостатических и гидроизостатических движений литосферы, изменяющих фигуру Земли. Нарастивание ледникового щита приводит к изостатическому погружению покрываемой им земной поверхности. Из-за изгибной прочности литосферы прогибание распространяется несколько шире ледниковой области. Избыток веса вызывает отток глубинных масс в стороны, из-за чего вокруг ледникового щита мог возникнуть изостатический вал «выпираия». Вероятно, он существовал в конце плейстоцена на севере Русской равнины.

При дегляциации и позднее происходит гляциоизостатическое воздымание прежнего ледникового щита. На большей части территории Восточной Ойкумены покровные оледенения в плейстоцене отсутствовали. Исключение представляет территория Тибета, где гляциоизостатические движения могли вносить вклад в неравномерность четвертичного тектонического воздымания [Li Jijun, 1995], хотя масштабы четвертичных оледенений Тибета являются предметом дискуссии [Mögnér, 1991]. Во всяком случае, связываемые с ними гляциоизостатические движения не могли прямо повлиять на изменения уровня океана, поскольку не достигали побережий. Поэтому на изменения уровня моря в Восточной Ойкумене могли оказать влияние

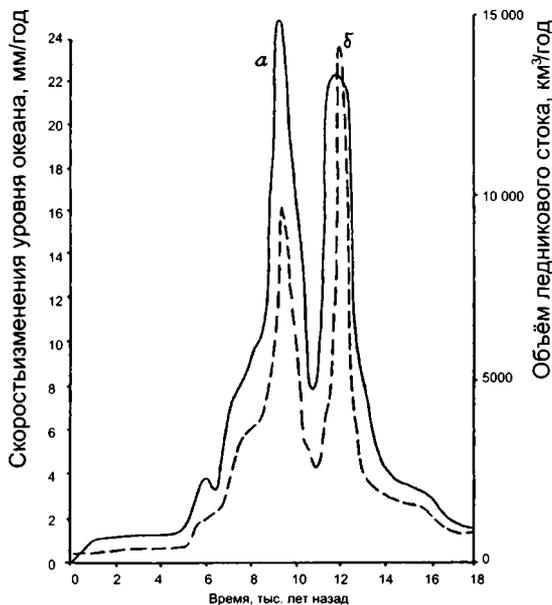


Рис. 75. Сопоставление скорости изменения уровня океана на о-ве Барбадос (а) и интенсивности поступления в океан талых ледниковых вод (б) в конце плейстоцена и в голоцене [Селиванов, 1996]

лишь косвенные последствия гляциоизостази. Происходило некоторое повышение уровня Мирового океана из-за сокращения его площади при гляциоизостатическом подъёме приполярных территорий. Кроме того, аккумуляция и деградация ледниковых щитов в полярных широтах и соответствующее гляциоизостатическое перемещение горных масс деформировало фигуру Земли, изменяя угловую скорость её вращения и величину полярного (сверхгидростатического) сжатия, что изменяло эквипотенциальную поверхность геоида и уровень моря в разных широтах. Но это приводило к перераспределению водных масс, прежде всего, между полярными и экваториальными широтами и мало касалось умеренных широт, где находится большая часть Восточной Ойкумены.

Чтобы оценить относительное участие в изменении уровня моря поступления талых вод и изостатических движений, сопоставим скорости обоих процессов. Подъём уровня океана из-за поступления талых вод следовал с очень небольшим запаздыванием за дегляциацией. В эту эпоху скорость подъёма составляла 20 мм/год, а в краткие (сотни лет) стадии разрушения крупных ледниковых щитов могла достигать 100 мм/год [Селиванов, 1996].

Гляциоизостатические движения более растянуты во времени. Последнее поднятие Фенноскандии продолжается до сих пор, и снятие ледовой нагрузки остается недокомпенсированным. Полная компенсация требует тысяч лет, а при высокой вязкости пород, какие слагают литосферу Фенноскандинавского (Балтийского) щита, вероятно, вообще не достигается. С наибольшей скоростью (>100 мм/год) гляциоизостатическое поднятие происходило в течение ~ 1000 лет с момента снятия ледовой нагрузки. Амплитуда потенциального воздымания, рассчитанная по предполагаемой мощности стаявшего льда, оценена в 800 м [Möner, 1979], но пока она далека от этой величины.

Таким образом, оба рассмотренных источника подъёма уровня Мирового океана проявлялись с наибольшими скоростями непосредственно вслед за дегляциацией. Но режимы изменения скоростей процессов несколько различались, обуславливая особенности изменения уровня моря в отдельных регионах. Так, возле г. Хельсинки за первые два тысячелетия голоцена уровень моря понизился из-за гляциоизостазии на 30 м. Затем интенсивность процесса спала, а поступление талых вод продолжалось из-за дегляциации в других регионах. В итоге в последующие 2000 лет установилось равновесие между эвстатическим подъёмом океана и гляциоизостатическим поднятием.

Среди тектонических факторов изменения уровня моря, сказывающихся на общем уровне Мирового океана, наибольшее значение имеют вертикальные движения обширных территорий и изменение различий среднего гипсометрического уровня поверхности континентальной и океанической литосферы из-за изменения их термодинамических параметров. Такие изменения имели место в истории Земли [Трифонов, 1990], но скорости их, вероятно, уступали скоростям изменения уровня моря при смене ледниковых и межледниковых эпох. Столь же невелики скорости вертикальных движений крупных структур земной коры — в подвижных поясах до миллиметров, а на платформах — не более долей миллиметра в год. В рифтовых системах океанов скорости могут быть больше.

Сейсмотектонические и вулканотектонические явления могли существенно изменять локальный уровень моря, нередко со значительным ущербом для обитателей (см. раздел 1.5 и табл. 1). Но вклад перемещений блоков при катастрофических землетрясениях мало сказывался на уровне Мирового океана, поскольку лишь в редких случаях вертикальная компонента таких перемещений достигала нескольких метров, а охваченная ими площадь — 10^4 – 10^5 км². Такое же локальное распространение имели вулканотектонические движения, наиболее ярким примером которых, известным ещё со времён Ч. Лайеля, являются подъёмы и опускания земной поверхности в районе вулкана Сульфатара западнее г. Неаполя. Они проявились затоплением и осушением храма Сераписа, расположенного в современном городе Пиццуоли и построеного во II в. н. э. Как правило, эти движения, проанализированные А. А. Никоновым [1979] и А. А. Черновым [2004] (точка 20 в табл. 1), были связаны с проявлениями активности вулкана, но в 1990-х годах произошёл быстрый подъём района г. Пиццуоли на 0,6 м,

нарушивший его портовые сооружения, но не сопровождавшийся вулканической активизацией.

Что же касается других факторов изменения уровня Мирового океана, таких как приток ювенильных вод и удаление паров воды или их элементарных компонент в космическое пространство, заполнение океанических впадин осадочным и вулканическим материалом, водообмен с резервуарами подземных вод и связанными водами земной коры, эндогенные источники изменения формы геоида, то они способны вызывать эвстатические изменения лишь в течение длительных отрезков времени [Селиванов, 1996]. За последние 20 тыс. лет их вклад невелик, как невелико и влияние таких факторов, как изменения солёности, температуры воды и её запасов в бессточных озёрах.

Таким образом, фактором, обеспечившим наиболее быстрые изменения уровня Мирового океана в поздне- и послеледниковое время, была дегляциация. Она приводила к подъёму уровня океана как непосредственно из-за поступления талых вод, так и благодаря гляциоизостатическим эффектам. Эвстатический подъём ослаблялся гидроизостатической компенсацией дополнительной водной нагрузки. Различия реологических свойств литосферы могли сказаться на скорости компенсационного опускания того или иного региона. Теоретически компенсация могла достигать ~30 % притока воды, но, как и в процессах гляциоизостазии, она, скорее всего, полностью не достигалась.

Для дальнейших сопоставлений важно определить время наиболее интенсивного послеледникового подъёма уровня Мирового океана. На основе изучения истории дегляциации Фенноскандии и Северной Америки можно было бы ожидать, что такой подъём происходил в самом конце плейстоцена, когда имело место наиболее интенсивное отступление большинства ледников. На рис. 75 действительно выделяется пик скорости подъёма в середине X тысячелетия до н. э. Но наряду с ним выявлен второй пик с максимальными скоростями ~7 тыс. лет до н. э., отвечающей эпохе окончания таяния ряда крупных покровных ледников. Он продолжался со спадавшей скоростью в V тысячелетии.

Уровень Мирового океана стабилизировался во второй половине IV тысячелетия до н. э., когда достиг максимальных отметок, возможно, на 2–3 м выше современных, на что указывают данные по побережьям Охотского, Японского и Желтого морей [Селиванов, 1996; Изменение..., 1999], а также Средиземного моря, по результатам изучения сталактитов в пещерах Италии [Piazzano, 1997], хотя там на эвстатические изменения могли накладываться тектонические движения. Продолжение подъёма уровня океана до начала IV тысячелетия до н. э. лишь отчасти может объясняться тем, что дегляциация Канады закончилась только к началу V тысячелетия. Предполагается, что ~6 тыс. лет назад произошло разрушение части ледников Западной Антарктиды [Hughes, 1987].

После стабилизации уровня Мирового океана в IV тысячелетии до н. э. отмечаются небольшие (до первых метров) его вариации. Согласно А. О. Селиванову [1996], трансгрессии имели место приблизительно 3,5–3 тыс. лет

до н. э., 1,8–1,4 тыс. лет до н. э., в I–IV вв. н. э. и XVIII–XX вв. Они отчасти совпадают с эпохами относительного потепления и могут быть обусловлены изменением объёма ледников, прежде всего Антарктиды и Гренландии.

4.2. Всемирный потоп и зарождение шумерской цивилизации

Библейское сказание о Всемирном потопе общеизвестно. Праведник Ной, предупреждённый Богом о надвигающемся бедствии, сооружает по Его наущению большой корабль (ковчег), куда погружает своё семейство, слуг, продукты, инвентарь, домашних и диких животных, семена растений. *«Через семь дней воды потопа пришли на землю... В сей день разверзлись все источники великой бездны, и окна небесные отворились»* (Быт. 7: 10–11). *«И продолжалось наводнение сорок дней, и умножилась вода на земле чрезвычайно, так что покрыла все высокие горы, какие есть под всем небом»* (Быт. 7: 17–19). По окончании 150 дней вода стала убывать. Корабль остановился на *«горах Араратских»* (Быт. 8: 4).

Как было отмечено в разделе 2.2, книга Бытия Ветхого Завета, вероятно, сложилась из двух письменных источников: Яхвиста и Элохиста, нашедшего отражение в «Жреческом кодексе» [Фрэзер, 1989]. Между ними есть различия в деталях описания потопа. По Яхвисту, потоп продолжался 40 дней, а потом Ной ждал ещё три недели, пока спадёт вода. По «Жреческому кодексу», до спада воды прошло 150 дней, а весь потоп длился почти год. По Яхвисту, причиной потопа был ливень, а по Кодексу, вода поступала и сверху и снизу, т. е. ливень сочетался с наводнением и подъёмом уровня моря.

4.2.1. Шумерское происхождение библейской легенды

Скорее всего, библейская легенда о потопе заимствована из древнемесопотамских источников [Фрэзер, 1989]. Их отголоском был труд вавилонского историка Бероса, который в первой половине III в. до н. э. составил историю своей страны. Его предание о потопе близко к библейскому. Привлекают внимание сходные с библейскими размеры ковчега и то, что спасшийся праведник (по Беросу, царь Кисутрус) достиг Армении.

В 1872 г. была обнаружена версия о потопе на аккадском языке, найденная при раскопках библиотеки ассирийского царя Ашшурбанипала (669–633 гг. до н. э.) в Ниневии. Одиннадцатая табличка найденного текста сказания о Гильгамеше, которая впервые стала известна в России в переводе Н. С. Гумилёва [Гильгамеш, 1919], содержит подробное изложение легенды. Спасшийся в ковчеге герой Утнапшитим, названный в другой части

текста Атрахасисом, жил в шумерском городе Шуруппаке. Верховные боги, прежде всего Эллиль (шумерский Энлиль), вознамерились известить по топам человеческий род. Но бог Мудрости Эа (шумерский Энки) надомил Утнаштитима построить корабль. Его размеры, конструкция, способ постройки и «население» сходны с библейским ковчегом. Совпадает даже способ определения спада воды с помощью выпущенной птицы. Но различаются продолжительность и масштабы потопа и конкретность описания:

Едва рассвет засветился,
 Из глуби небес поднялась чёрная туча...
 Неграл опрокинул мачту...
 Факелы принесли Ауннаки,
 Их огнями они освещали землю.
 Грохот Адада наполнил небо...
 Шесть дней, шесть ночей бродят ветер и воды,
 Ураган владеет землёю.
 При начале седьмого дня ураган спадает...
 Море утишилось, ветер улётся, потоп прекратился.
 Я на море взглянул: голос не слышен,
 Всё человечество стало грязью,
 Выше кровель легло болото!..
 В двенадцати днях пути виднелся остров,
 К горе Низир приближается судно,
 Гора Низир от себя не пускает судна.

Описания потопа в «Гильгамеше» и, тем более, у Бероса можно было бы посчитать отголосками библейской легенды, которая к этому времени уже была записана, если бы не следующее. «Ниневийская» версия эпоса о Гильгамеше была записана, согласно традиции, «из уст» Син-лике-уннинни, урукского заклинателя, жившего, по-видимому, в конце II тысячелетия до н. э., хотя её сохранившиеся фрагменты, как предполагают, отражают результат переработки текста в конце VIII в. до н. э. ассирийским жрецом и собирателем древних текстов Набу-зукуп-кену [Я открою тебе..., 1981, комментарий И. М. Дьяконова на с. 302–303]. В более ранней «старовавилонской» версии эпоса о Гильгамеше рассказ о Великом потопе отсутствовал. Он попал в «ниневийскую» версию из старовавилонского эпоса об Атрахасисе, наиболее полный аккадский текст которого, найденный при раскопках Сиппара, был записан младшим писцом Ку-Айсей (или Нур-Айей) на одиннадцатом году правления вавилонского царя Аммицадука (1646–1626 гг. до н. э.) [Я открою тебе..., 1981, комментарий В. К. Афанасьевой на с. 289–290]. Более древний фрагмент легенды о потопе, также на аккадском языке, был найден в Ниппуре. Наконец, там же были найдены фрагменты ещё более ранней версии легенды на шумерском языке, датируемые временем правления царя Хаммурапи (1792–1750 гг. до н. э.). В это время население Вавилонии говорило уже по-аккадски, а шумерский стал мёртвым языком священных текстов.

тов и классической литературы. Поэтому можно полагать, что найденный текст воспроизводит существенно более древний источник.

Шумерская версия сохранилась лишь частично. Согласно ей, праведник Зиусудра (сходно с Кисутрусом Бероса) был царём и жрецом бога Энки. От него Зиусудра узнаёт, что «Потоп пронесется надо всем миром, дабы семя человечества уничтожить» [От начала начал, 1997, с. 296]. Далее, после утерянного пробела, сообщается:

Все злобные бури, все ураганы, все они собрались вместе.
Потоп свирепствовал надо всем миром.
Семь дней. Семь ночей.
Когда потоп отбушевал над Страною,
Злобный ветер высокой волною отшвырял огромное судно,
Солнце взопло, осветило небо и землю,
Зиусудра в огромном своём корабле отверстие сделал,
И солнечный луч проник в огромное судно» [там же, с. 297].

Далее после пробела мы узнаём, что Ан и Энлиль смягчились к спасшемуся Зиусудре,

Жизнь долгую, словно богу, ему изрекли,
Тогда они царя Зиусудру,
Кто имя жизни сберёт, человечества семя спас,
Поселили его в стране перехода, в стране Дильмун,
там где солнце-Уту восходит...

Таким образом, шумерская версия в основных чертах совпадает с более полными версиями в эпосах об Атрахасисе и Гильгамеше и может считаться их источником. В шумерской версии и этих переложениях речь идёт о природном явлении экстремальном, но вполне возможном. Это продолжавшиеся 6 или 7 дней мощные грозовые ливни, сочетавшиеся с сильнейшим наводнением. Его источниками были не только дожди, но и нагонные воды Персидского залива при господствовавших южных ветрах. Вавилонские клинописи достаточно точно описывают местоположение горы Низир (Низир). Это отрог гряды Курдистана между Тигром и низовьями р. Зеб. Таким образом, вода покрыла всю Месопотамскую низменность до гор на её северо-восточном краю, куда и прибило потерявшее управление судно. Если судить по направлению от г. Шуруппака на Низир, господствовал южный ветер. Уместно вспомнить в этой связи замечание Дж. Фрэзера [1989], что 12 песен (таблиц) эпоса о Гильгамеше могут соответствовать 12 знакам зодиака (месяцам вавилонского календаря). В таком случае одиннадцатая песня, где рассказывается о потопе, соответствует месяцу, посвящённому богу ветров Рамману и прозывавшемуся «проклятым месяцем дождей». Подобные явления, хотя и не в столь грандиозных масштабах, случаются в регионе и сейчас в дождливые зимние сезоны.

4.2.2. Становление шумерской цивилизации

Первые поселения на юге Месопотамии возникли в конце VI тысячелетия до н. э. и относятся к культуре Эреду. Для неё характерны лепная керамика, небольшие дома и храмы из сырцового кирпича. С самого начала экономика базировалась на ирригационном земледелии [Заблоцка, 1989]. Керамика обнаруживает элементы сходства с распространёнными в Центральной и Северной Месопотамии самаррской и халафской культурами, что, однако, не служит доказательством северного происхождения культуры Эреду. На смену ей в 4800–4700 гг. до н. э. из Юго-Западного Ирана приходит культура Хаджи Мухаммед, продолжившая прежние земледельческие традиции [Мелларт, 1982]. Для её керамики, наряду с чертами сходства с халафской культурой, характерны местные элементы, а грубая керамика с примесью слюлы имеет западноиранское происхождение.

На базе этих двух культур в 4400–4300 гг. до н. э. сложилась культура, названная Л. Вулли убейдской (Эль-Обейд) (рис. 76). Уже во второй половине V тысячелетия она охватывает всю Месопотамию до оз. Урмия, гор Тавра, севера Сирии и Киликки [Мелларт, 1982]. Развивается ирригационное земледелие. Появляется соха. Керамика изготавливается вручную, достигая высокого совершенства. Возникают крупные поселения, окружённые более мелкими. Центрами больших поселений являются храмы, которые крупнее храмов эпохи Эреду, но возводятся на тех же местах. Из остатков разрушенных храмов сооружаются платформы для новых. Храмы становятся резиденциями жрецов-вождей.

Следующим шагом явилась урукская культура, сложившаяся в 3800–3500 гг. до н. э. на базе достижений убейдского периода и представляющая начало шумерской цивилизации. Керамика стала изготавливаться на гончарном круге. Всё более развивается обработка меди. Храмовая архитектура эволюционирует от храмов на платформах к ступенчатым башням-зиккуратам. Происходит дальнейшая концентрация жителей вокруг крупных поселений, перерастающих в города-государства. Их прежние вожди-жрецы становятся правителями, совмещающими административно-хозяйственную, военную и религиозную власть.

Централизация власти позволила продвинуть ирригационно-мелиоративные работы и освоить новые территории. С IV тысячелетия от основных русел начинают отводиться крупные каналы. Вдоль рек и каналов развиваются главные города: Урук, Ур, Шуруппак, Ниппур, Киш, Умма, Лагаш, Гирсу и другие, объединённые в несколько государств, каждое из которых связано единством оросительной системы. При их независимости, определявшейся разобщённостью освоенных территорий, шумерский мир сохранял культурную общность, распространявшую своё влияние за пределы обитания шумеров.

Необходимость учёта перераспределяемой продукции и развитие религии приводят к возникновению около 3000 г. до н. э. пиктографического письма. И. М. Дьяконов [1989] обращает внимание на тождественность этой пись-

Природные события	Годы до н. э.	Археологические культуры и периоды	Годы до н. э.	Исторические события
		Аккадский период		Воцарение Саргона I. Конец Шумера
Потоп в Шурулпаке и Кише (жонец РДП-1 = II династия Египта). Слой глины и песка	~2750 г.	Раннединастический период	2370–2300 гг.	Развитие городов-государств Шумера с династиями «Царского списка». Постройки из плосковыпуклого кирпича.
		Урукская	2900–2800 гг.	Правление Гильгамеша. Постройка стены вокруг Урука (этап РДП-1). Появление клинописи. Царские гробницы Ура Жрецы-вожди становятся правителями-царями – верховными жрецами. Первые легендарные правители «Царского списка». Пиктографическое письмо (с ~3000 г. до н. э.) Крупные поселения перерастают в города-государства, объединённые мелиоративно-иригационной системой: Урук, Ур, Шуруппак, Ниппур, Киш, Умма, Лагаш, Гирсу. Архитектура эволюционирует от храмов на платформах к зиккуратам. Появление гончарного круга и начало обработки меди
Потоп в г. Уре, по Л. Вулли, слой ила 3.5 м. Массовый исход протошумеров с затопляемой прародины	4000 - 3800 гг.	Убейдская (Эль-Обейд)	3800–3500 гг.	Шумерский язык. Развитие ирригации. Вокруг храмов на платформах вырастают большие поселения, окружённые мелкими поселениями. Правят жрецы-вожди
	с ~4000 г.	?	4400–4300 гг.	Более развитая земледельческая культура. Вероятно, от её носителей в шумерском языке происходят названия древнейших профессий (земледелец, пастух, гончар, кузнец), сохи и некоторых топонимов (Ниппур, Шуруппак и др.)
Археологические следы культур Эреду и, возможно, Хаджи-Мухаммед на южном берегу Персидского залива и п-ве Катар	V тыс.	Хаджи-Мухаммед	4800–4700 гг.	Ирригационное земледелие. Лепная керамика с геометрическим орнаментом. Небольшие дома и храмы из сырцового кирпича. Первые поселения на юге Месопотамии
		Эреду	Конец VI тыс.	
				Следов человека нет

Рис. 76. Культуры и хронология Древнего Шумера в сопоставлении со следами Великого потопа, по данным: [Рол, 2005] с дополнениями

менной системы в разных частях шумерского мира, что, по его мнению, свидетельствует о её распространении из одного очага, которым, скорее всего, был Нишур — религиозный центр и символ культурного единства шумеров. Через несколько столетий пиктографическое письмо сменяется идеографическо-слоговой клинописью. Стали фиксировать династии правителей и их деяния. Так ~2900–2800 лет до н. э. начинается раннединастический период (см. рис. 76).

4.2.3. Происхождение шумеров

Вопрос о происхождении шумеров дискусионен. Они появились в Нижней Месопотамии не позднее начала IV тысячелетия до н. э., что оставило след в топонимике поселений. Об их раннем появлении свидетельствует преемственность храмовой архитектурной традиции, восходящей к убейдскому периоду. Древнейшие пиктограммы можно прочесть лишь по-шумерски. Очевидно, с IV тысячелетия Южная Месопотамия говорила на этом языке. Шумерский язык не находит аналогов среди других древних и современных языков. В нём выявлены три слоя [Заблоцка, 1989]. Кроме собственно шумерского субстрата, это, во-первых, семитский слой и, во-вторых, неизвестный язык дошумерских обитателей региона. Восточные семиты жили преимущественно в более северных частях Месопотамии. Они появились там не позднее шумеров. В ранних шумерских текстах нередко семитские имена. Вероятно, шумерская общность была не столько этнической, сколько культурной, но в Южной Месопотамии ведущая роль принадлежала шумерам [Дьяконов, 1989]. Неизвестный язык предшественников дал шумерскому языку названия древнейших профессий (землевладелец, пастух, гончар, кузнец), некоторых орудий (соха), ряд географических названий (Нишур, Шурушак и др.) и имена некоторых богов, например Забаба [Заблоцка, 1989]. Очевидно, носители этого языка были оседлыми земледельцами и скотоводами с развитыми ремёслами.

Опираясь на археологические и лингвистические данные, многие историки полагают, что шумеры пришли с востока, из Ирана. Но сами шумеры сохранили память об островах и побережье Персидского залива как своей прародине. Её называли райской страной Дильмун. Позднее это название сузилось и закрепилось за островом Бахрейн, с которым Шумер вел оживлённую торговлю. Через Дильмун поступали лазурит и слоновая кость из Мелуххи, или Мелахи (индская цивилизация на СЗ Индии) и медь из страны Маган (Оман). С середины III тысячелетия с Бахрейна поставляли жемчуг. Можно полагать, что неизвестный слой в шумерском языке действительно принадлежал выходцам из Ирана, с которыми связана культура Хаджи-Мухаммед, а сами шумеры пришли с юга — из части Месопотамского прогиба, сейчас покрытой водами Персидского залива и отложениями дельты. Об этом первичном ареале могут свидетельствовать сходные с культурой Эреду археологические материалы с южного побережья Персидского

залива и п-ова Катар, датируемые V тысячелетием до н. э. [Мелларт, 1982]. Первые волны эмигрантов, возможно, внесли вклад ещё в формирование культуры Эреду, с чем можно связать преемственность храмовой архитектуры, а основная их масса пришла позднее, слившись с выходцами из Ирана и сформировав на базе культуры Хаджи-Мухаммед убейдскую культуру.

4.2.4. Свидетельства потопа

Следы грандиозного наводнения были обнаружены Л. Вулли [1961] в разрезах шурфов и котлована, вырытых им при раскопках шумерского города Ура на Евфрате. Широко известны «царские» гробницы Ура, древнейшие из которых Л. Вулли датировал 2800 г. до н. э. Они относятся к началу раннединастического периода с характерными постройками из плоско-выпуклого кирпича. Под полом одной из царских гробниц Л. Вулли обнаружил глиняные таблички с письменами, гораздо более древними, чем надписи на гробницах, и датировал их ~3000 г. до н. э. Ниже на 4–5 м продолжают слою, относящиеся к урукской культуре (IV тысячелетие до н. э.), с керамикой, изготовленной на гончарном круге, такой же, как и в слое с табличками, с печами для обжига керамики и могилами. Лишь в самом нижнем слое кое-где появляются лепная керамика и другие предметы, позволившие позднее отнести его к концу убейдского периода. Ниже залегает слой ила толщиной до 3,5 м без культурных остатков (см. рис. 76). Л. Вулли интерпретировал ил как отложения грандиозного наводнения — потопа и писал о них так: «Микроскопический анализ показал, что эти отложения образовались под воздействием... неинтенсивных течений, и они состоят из осадков, принесенных со среднего течения Евфрата». Под илом были вскрыты 3 м убейдских слоев с обломками кремневых изделий, лепной керамики, остатками зданий из плоских прямоугольных кирпичей, обожженных пожаром, и лепными фигурками.

«Потоп Вулли» приходился на конец убейдского периода, т. е. ~3800–3600 гг. до н. э. Однако слои глины и песка сходного происхождения были позднее найдены в развалинах Шуруупака и Киша, где их датировали ~2750 г. до н. э., т. е. концом I раннединастического подпериода, примерно соответствующего времени правления II династии Древнего царства Египта. Некоторые исследователи посчитали их претендентами на следы легендарного потопа. Однако Д. Рол [2005], сопоставив данные археологии, библейский и шумеро-аккадские тексты, показал, что именно «потопу Вулли» должна принадлежать эта роль. Согласно шумерскому «царскому списку», Гильгамеш, которого современные историки считают историческим лицом, был одиннадцатым правителем Урукской династии, воцарившейся после потопа. Д. Рол относит его правление к I подпериоду раннединастического периода, мотивируя это находками в позднейших слоях того же периода изображений Гильгамеша уже как мифического персонажа. С этим согласуется и возраст крепостной стены Урука, возведенной, по преданию, Гильгамешем.

шем. Шумерская традиция отводила первым 11 правителям Урукской династии неправдоподобно долгие сроки правления, достигавшие сотен лет. Каждый из них мог быть отдельной династией. Общая продолжительность их правления охватила не менее 1000 лет, т. е. весь урукский период, что и дает право отождествить «Потоп Вулли» с легендарным потопом.

Вместе с тем, сопоставив шумеро-аккадские «царские списки», Д. Рол «уплотнил» их хронологию по сравнению с принятыми сейчас у историков её «высоким» и «низким» вариантами и омолодил «потоп Вулли» до ~3100 г. до н. э. Однако такая датировка противоречит как радиоуглеродным определениям возраста, так и приводимым ниже палеоландшафтными реконструкциями и потому едва ли может быть принята.

4.2.5. Месопотамский потоп как геологическое событие

Месопотамская низменность и Персидский залив образуют Месопотамский передовой прогиб Аравийской плиты перед горной системой Загроса. Поверхность прогиба очень плоская, и даже небольшие изменения её формы или объема водной массы способны вызвать значительные изменения береговой линии на севере залива. Такие изменения происходили в голоцене под воздействием трёх групп факторов.

Первый фактор – тектонический. Поверхность Месопотамского прогиба опускается со средними скоростями не более первых миллиметров в год. На этом фоне на востоке прогиба, на границе с Загросом, растут молодые антиклинали. На юге они образуют острова (Харк) или из островов становятся полуостровами и частями побережья (Бушер, Кух-е-Даранг и др.). На севере, в паземной части прогиба, антиклинали формируют невысокие гряды. Скорость роста антиклиналей варьирует от долей миллиметра или 1 мм в год (Бушер) до 1 см/год (антиклиналь между Шушем, т. е. древней Сузой, и Ахвазом).

Тектоническое опускание сочетается со вторым фактором – выносом обломочного материала Евфратом, Тигром и их притоками. Он отлагается преимущественно в дельте. Скорость осадконакопления зависит от интенсивности тектонических движений и эрозии в областях сноса и может отличаться от скорости опускания. В зависимости от их соотношений береговая линия района дельты может мигрировать в ту или иную сторону.

На эти два процесса накладывается третий фактор – эвстатические колебания уровня Мирового океана, и прежде всего его послеледниковый подъём. Как отмечено выше (см. рис. 75), последний пик скорости подъёма уровня моря (до 25 мм/год) был 9,5–9 тыс. лет назад. После этого скорость подъёма постепенно уменьшалась, но до начала V тысячелетия до н. э. оставалась достаточно высокой – несколько миллиметров в год. На фоне дальнейшего замедления скорости имело место её небольшое (до 3,5 мм/год) и недолгое возрастание в начале IV тысячелетия, соответствующее пику атлантического оптимума.

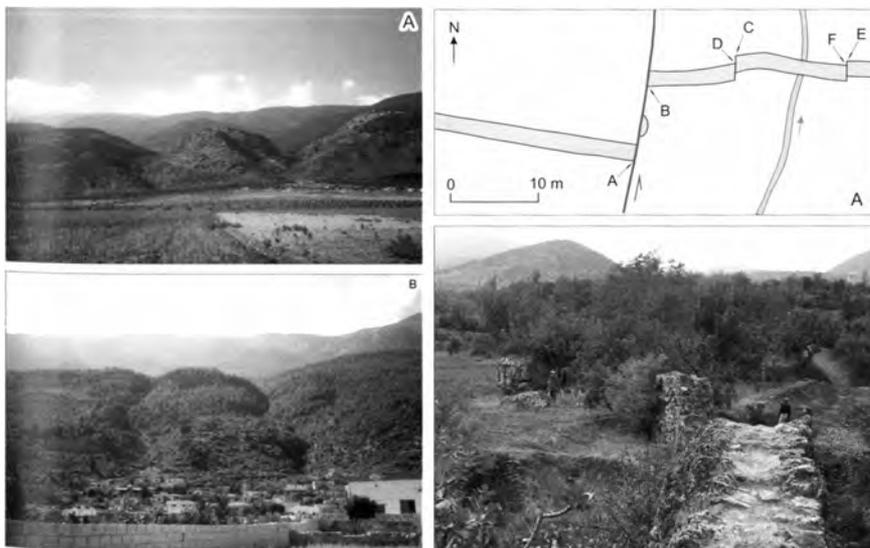


Рис. 9. Левые смещения долин по Левантскому разлому на западе впадины Эль-Габ

Рис. 10. Левые смещения римского акведука I в. н. э. по Левантской зоне разломов возле с. Аль-Хариф

A — положение смещённых участков A-B, C-D и E-F, по: [Meghraoui et al., 2003] с дополнениями; B — смещения на ~10 м (A-B) по главной ветви разлома и на 1–1,5 м (C-D) по дополнительной ветви



Рис. 15. Проявления археосейсмичности в Восточном Средиземноморье

А — финикийский Угарит: искривление стены при землетрясении 1365–1300 гг до н. э.;
 Б — разрушение античного храма Беркеш в зоне разлома Серхайя; В — о-в Арвад:
 деформация античной стены; Г — западный берег бухты Минет Эль-Хальва: деформация
 стены римских терм; Д — Крак де Шевалье: руины первоначальной башни, разрушенной
 землетрясением ~1170 г., под башней, построенной на рубеже XII–XIII вв.

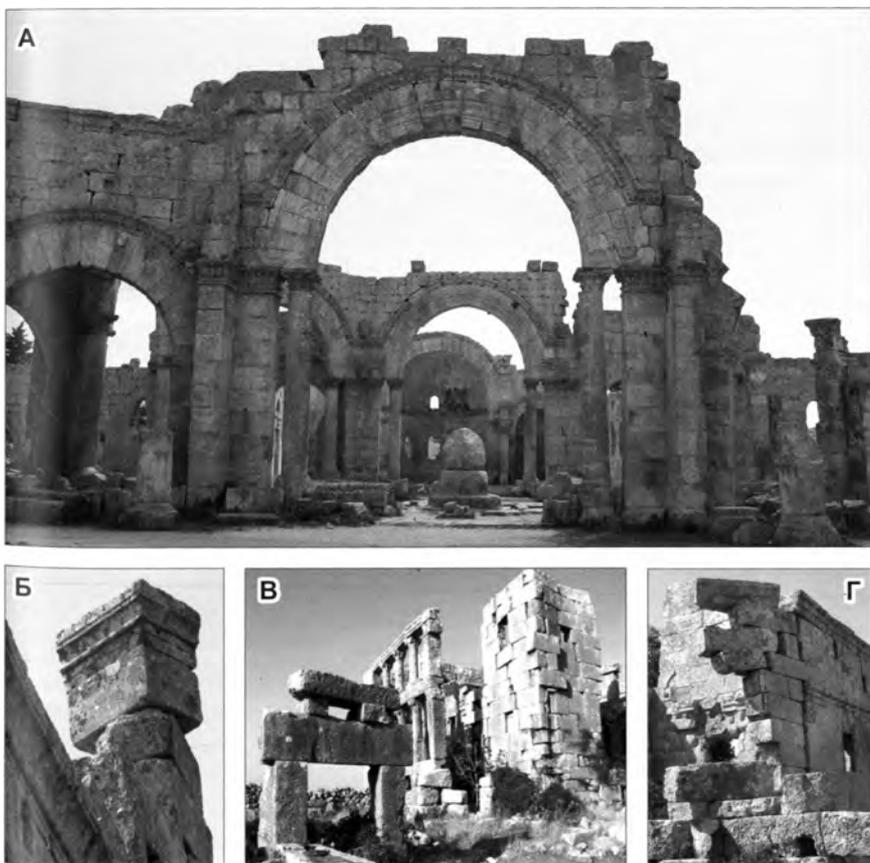


Рис. 19. Сейсмогенные разрушения и деформации в монастыре Св. Симеона и в антично-византийском городе Телассос (ныне с. Дейр-Симан)

А – главный храм, вид с середины западного крыла через центральный восьмиугольник на восточное крыло; видно отклонение центральной абсиды восточного крыла к северу; Б – следы сейсмогенного разрушения храма баптистерия; В, Г – следы сейсмогенных разрушений в Телассосе



Рис. 53. Руины построек бронзового века в Хирбет-Умбани

А — стена цитадели; Б — жилые постройки на северном берегу вадн Кра; B — мавзолей пекроноля; Г — дольмен



Рис. 57. Детали строения среднеголоцевого лавового потока в Хирбет-Умбаши

А, Б — кости, внятые в базальт; В, Г — суньсь на границе среднеголоцевого потока с потоком одной из раннеголоценовых генераций

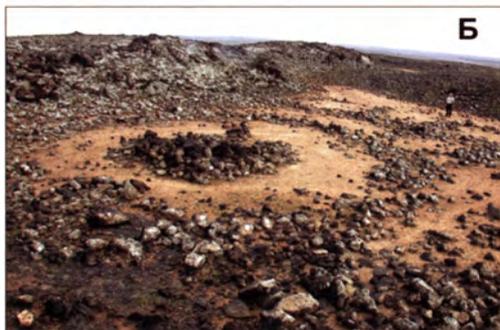
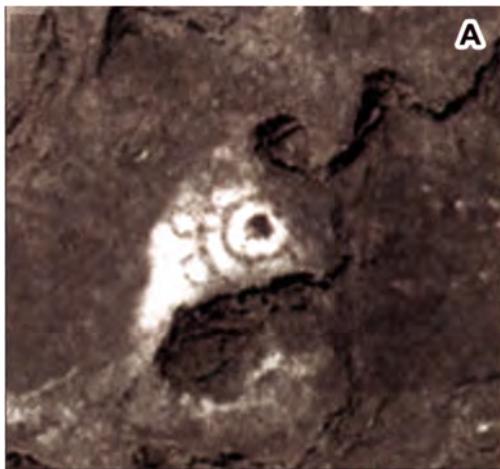


Рис. 58. Перекрытие относительно молодым лавовым потоком сооружения типа «медуза», построенного на лавах Кра раннеголоценовой генерации

А — детальное космическое изображение; Б — перекрытие молодым базальтом внешней стенки «медузы»; В — сунуть в основании молодого потока, перекрывающего камни



Рис. 81. Соотношения античных и средневековых построек с современным уровнем Средиземного моря на о-ве Арвад возле г. Тартус и в бухте Миннет Эль-Хальва между г. Латакия и развалинами Угарита, Сирия

А — о-в Арвад: основания сооружений эллинистического времени залиты морем во время отлива; слева сверху — развалины более поздней (средневековой ?) прибрежной крепостной стены, построенной выше современного уровня моря; Б — там же: более поздняя (слева) и более ранняя (справа) крепостные стены Арвада; пространство между ними залито морем; В — бухта Миннет Эль-Хальва: основания античных сооружений находятся сейчас на 0,5–0,6 м ниже уровня моря; Г — северо-восточный край той же бухты: основания погребальных (?) сооружений античного времени залиты морем

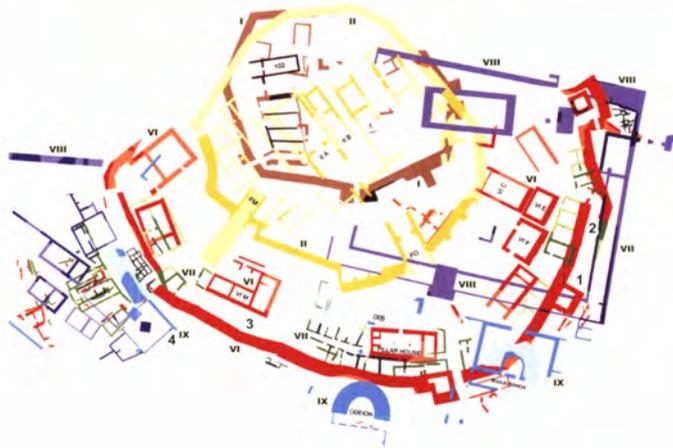


Рис. 84. Выражение западной части разлома Трон в рельефе (А) и сейсмогенные нарушения в Трое (Б, В, Г)

Б – разрушение антисейсмических зацепов сейсмогенной трещиной в кладке стены Трои VI (1 на рис. 85); В – поворот по часовой стрелке части стены дворца VI М (3 на рис. 85); Г – поворот против часовой стрелки части стены римского времени (4 на рис. 85)

Рис. 85. Планы строений Трои I, II, VI (гомеровской), VII, VIII (греческой) и IX (римской) [Korfmann, 2005] с указанием пунктов наблюдений 1–4

Стабилизация уровня моря наступила лишь в конце IV — начале III тысячелетия, после чего он испытывал лишь небольшие колебания. В Месопотамском прогибе их скорость стала соизмеримой со скоростями тектонического погружения и осадконакопления.

Итак, до последнего подъема уровня моря в начале IV тысячелетия до н. э. эвстатический подъем уровня Персидского залива существенно превышал воздействия на него других факторов. Но значительная часть залива оставалась низменной сушей (рис. 77). Это были благодатные места, где обильную пищу предкам шумеров давали разнообразные растения и животные,

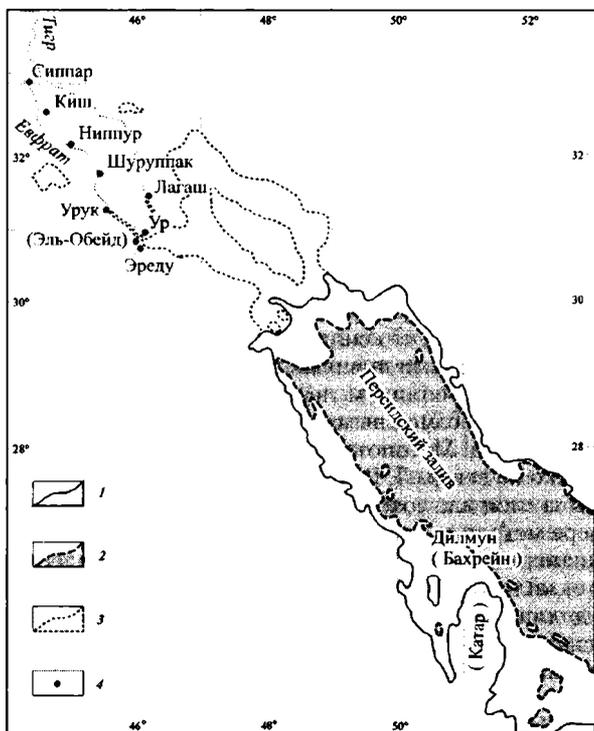


Рис. 77. Персидский залив и Южная Месопотамия в V–IV тысячелетиях до н. э.

1 — современная береговая линия; 2 — предполагаемое положение береговой линии до подъёма её уровня на рубеже V–IV тысячелетий до н.э.; 3 — граница возможной области затопления Южной Месопотамии при «Великом потопе», рассчитанная для условий современной топографии и подъёма уровня воды на 20 м выше современного; 4 — раннешумерские поселения (в скобках — современные названия)

нашедшие там прибежище ещё в эпоху оледенения. Климат был тогда наиболее тёплым и влажным за всё послеледниковое время, что привело в начале IV тысячелетия к новому быстрому подъёму уровня моря. Он не превысил 20 м, но этого оказалось достаточно, чтобы затопить прародину шумеров, которые вынуждены были перебираться в более высокие места. Часть из них осела на восточном побережье Аравии, п-ове Катар, островах Файлак и Бахрейн, где сформировала своеобразную культуру. Но основная масса двинулась на север — в сходные равнинные условия Нижней Месопотамии. Вынужденная эмиграция, неумолимость её причины могли послужить источником легенды о потерянном Рае. В шумерском тексте, как и в книге Бытия, она предшествует преданию о потопе, следуя за краткой легендой о сотворении мира [Фрэзер, 1989].

После того как шумеры обосновались в Нижней Месопотамии, уровень моря продолжал подниматься, побудив обитателей к обширным мелиоративным работам. Они, однако, не избавляли от наводнений и нагонных вод в зимние сезоны. Чтобы обезопасить самое ценное — храмы, их стали возводить на высоких платформах, благо был материал от прежних построек. Здесь уместно вспомнить предположение Ю. Заблоцка [1989] об убейдском культе божества воды, основанном на страхе населения перед её избытком. Зиккурат Энки, шумерского бога мудрости и почвенных вод, воздвигнут на месте культовых зданий, строившихся одно за другим с убейдской эпохи. С тем же культом может быть связано распространение изображений парусных лодок.

Вполне можно допустить, что сильнейшие из таких наводнений, сочетавшихся с мощными грозowymi ливнями и продолжавшимся подъёмом уровня моря, послужили источником легенды о потопе. Высокое положение уровня моря сделало возможным значительный нагон вод залива. При крайней уплощенности Месопотамской низменности наводнение распространилось далеко на север. Л. Вулли писал по этому поводу: «Если максимальная толщина слоя ила доходит до 3,5 м, вода должна была подниматься по крайней мере метров на семь с половиной. Во время такого наводнения на плоской низменности Месопотамии под водой оказалось бы огромное пространство — километров пятьсот в длину и сто пятьдесят в ширину. Вся плодородная долина между горами Элама и плато Сирийской пустыни была бы затоплена, все деревни разрушены и, очевидно, лишь немногие города, расположенные на искусственных холмах, уцелели бы после такого бедствия. Нам известно, в частности, что Ур не погиб, и, в то же время, такие селения, как Эль-Обейд (Убейд) и Раджейбе, были внезапно покинуты жителями и заброшены надолго или навсегда» [Вулли, 1961, с. 35]. Л. Вулли преувеличил уплощенность равнины. На рис. 77 показано на основе современных карт, что при подъёме уровня вод даже на 20 м они не могли распространиться дальше, чем на 200–300 км. Не исключено, однако, что в ту эпоху соотношение тектонического опускания и осадконакопления несколько отличалось от современного, продольный уклон равнины был меньше, чем сейчас, и вода действительно могла достигнуть подножий горы Низир, удаленной от Шуруппака на 500 км.

После относительной стабилизации уровня моря к концу IV — началу III тысячелетия до н. э. ирригационные мероприятия стали более эффективными, количество поселений возросло, и окончательно сложилась система древнейших городов-государств шумерской цивилизации. Крупнейшие города Урук, Ур, Лагиш, Нгирсу были в ту эпоху морскими портами и центрами международной торговли. Позднее интенсивность накопления речных наносов превысила масштабы колебаний уровня океана и тектонического опускания предгорного прогиба. Береговая линия стала отступать, и сейчас развалины указанных городов удалены от берега Персидского залива примерно на 300 км. Устья Евфрата, Тигра, Диялы слились в единое русло Шатт-эль-Араб, продолжающее их на юг.

4.2.6. «Допотопная» история Ближнего Востока по древнейшим источникам

Изложение событий этого периода в главах 1–5 книги Бытия общеизвестно. Это сотворение Адама и Евы, их грехопадение (вкусение от дерева познания добра и зла), наказание лишением бессмертия и изгнанием из Рая (Едема), генеалогия потомков Адама до Ноя. Однако описание этих событий несколько различается в тех главах, где Создатель назван Яхве (Господь или Господь Бог, главы 2–4) и Элохим, множественное число от Элох, или Эл (Бог в русском переводе, главы 1 и 5). Так, в главе 1 сообщается: *«И сотворил Бог человека по образу Своему, по образу Божию сотворил его; мужчину и женщину сотворил их»* (1:27), а согласно главе 2 *«создал Господь Бог человека из праха земного, и вдунул в лице его дыхание жизни...»* (2:7) *«...и поселил его в саду Едемском, чтобы возделывать его и хранить его»* (2:15), *«и создал Господь Бог из ребра, взятого у человека, жену...»* (2:22). Таким образом, в главе 1 Адам и Ева предстают как «равноправные» существа, сотворённые Богом, а в главе 2 подчёркивается, что Господь сотворил Еву из плоти Адама.

В главе 4 приводится генеалогия потомков Каина, старшего сына Адама, а в главе 5 — Сифа, его более позднего сына. Их можно было бы посчитать разными наследственными линиями, если бы не почти полное тождество приводимых имён (рис. 78). Различаются детали их написания и иногда последовательность. Так, в ряду потомков Каина Енох является отцом Ирада, а в ряду потомков Сифа — его сыном. Остаются сомнения в отождествлении Каина с внуком Сифа Каинаном, хотя Иосиф Флавий [1999] называет последнего именно Каином, а не Каинаном, а также дочери Ламеха Ноемы в линии Каина с сыном Ламеха Ноем в линии Сифа. Тем не менее представляется весьма вероятным, что в обеих главах речь идёт об одной и той же наследственной линии. Для целей нашего рассмотрения интересен следующий фрагмент: *«И познал Каин жену свою; и она зачала, и родила Еноха. И построил он город; и назвал город по имени сына своего: Енох. У Еноха родился Ирад...»* (Быт. 4:17–18). Фраза о создании города не вполне ясна. Можно понять так, что город построил Каин и назвал его Енохом. Но город

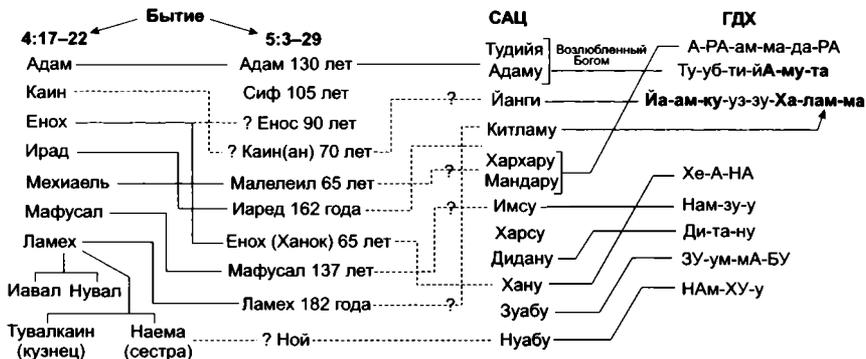


Рис. 78. Гипотетическое сопоставление списков «допотопных» библейских патриархов в главах 4 и 5 книги Бытие (Быт. 4 и 5) и «царей, живших в шатрах» в «Генеалогии династии Хаммурапи» (ГДХ) и «Списке ассирийских царей» (САЦ) [Рол, 2005]; приведён возраст каждого патриарха ко времени рождения указанного наследника (по Быт. 5)

Енох не известен по каким-либо другим источникам. Вместе с тем, из последовательности фраз следует, что город построил Енох, и, если убрать двочетие в конце фразы, посчитав его ошибкой переписчика, то он назвал город именем Ирада (Иаред), что вполне созвучно названию убейдского поселения и храма Эреду, возникшего раньше других в ходе колонизации предками шумеров Нижней Месопотамии. Заметим в связи с этим, что указанные в главе 5 книги Бытия возрасты «допотопных» патриархов на моменты рождения продолжателей рода, будучи неправдоподобно продолжительными (см. рис. 78), дают время основания Эреду, вполне соответствующее археологическим данным.

Открытие древнейших шумерских текстов, посвящённых сотворению Мира и последующим событиям, обнаружило очевидные параллели их содержания с книгой Бытия. Так, согласно шумерским легендам, бог Энки создал людей из глины по образу и подобию богов для того, чтобы те служили богам. Напомню, что Адам также был создан из праха земного по образу Божию, чтобы возделывать и хранить «Сад Едемский». Имя Адам на семитском языке означает «красный», что, очевидно, отражает его создание из красной земли типа латеритовой глины [Иосиф Флавий, 1999]. Подобно Адаму, Энки навлек на себя гнев богов за то, что вкусил «восемь запретных растений», росших в раю. В списке «допотопных» шумерских царей указывается восемь имён, и сыном последнего из них был Зиусудра, переживший потоп [Вулли, 1961; Рол, 2005]. Как и библейские «допотопные» патриархи, они жили неправдоподобно долго. Вместе с тем ни в именах шумерских богов, ни в именах этих царей нет никакого сходства с библейскими именами.

Семитские племена, обитавшие рядом с шумерами, заимствовали их религиозные представления, мифы и легенды, изменив имена богов и героев, и это нашло отражение в древних текстах на аккадском, т. е. древнем восточноеврейском языке. Шумерский верховный бог Энлиль получил имя Эллиль, а в ханаанском Угарите — Эл. Энки стал Эа, имя которого, по мнению Д. Рола, произносилось как Эйа. Усматриваются параллели с библейскими именами Бога: Элохим вполне может быть производным от Эла-Эллиля, а Яхве весьма напоминает Эйа. Сопоставление становится ещё более убедительным, если сравнить их функции. Энлиль-Эллиль-Эл — глава и наиболее могущественный бог шумеро-древнесемитского пантеона, который, подобно Библейскому Богу, распоряжается грозными силами природы, дарует жизнь и посылает смерть. Вместе с тем Энки-Эа, бог мудрости, владыка бездны и пресных вод, подобно Библейскому Господу, является создателем и защитником людей. Именно он, вопреки воле Энлиля-Эла, предупредил праведника Зиусудру-Атрахасиса-Утнапшитима о надвигающемся потопе и научил его построить ковчег. Таким образом, Господь Бог первых глав книги Бытия как бы совмещает функции верховного божества Энлиля-Эла и наиболее почитаемого шумерами бога Энки-Эа, одно из первых святилищ которого находилось в Эреду.

Параллели намечаются и при сопоставлении имён «допотопных» патриархов Ветхого Завета с именами древнейших предков в «Генеалогии династии Хаммурапи» (ГДХ) и «Списке ассирийских царей» (САЦ), где эти прародители названы «царями, жившими в шатрах», т. е., по существу, вождями кочевых пастушьих родов или племён [Рол, 2005]. В САЦ приведено 12 таких имён, а в ГДХ — 8 (см. 78). По мнению Д. Рола, это числовое различие в значительной мере возникло при позднейшем переписывании. Так, Тудийя и Адаму САЦ — не два правителя, а один, Тудийя Адаму, что переводится как Возлюбленный (богом) Адам (красный человек) и тождественно Ту-уб-ти-йА-му-та ГДХ. В то же время, имя **Йа-ам-ку-уз-зу-Ха-лам-ма** ГДХ объединяет два имени, обозначенные в САЦ как Йанги и Китламу. Первое, согласно Д. Ролу, может быть перестановкой слогов Ку-йам, или Ги-йан, и соответствовать библейскому Каину, а во втором есть созвучие с библейским Ламехом. Подобным же образом Д. Рол сопоставляет Хе-а-на ГДХ с Хану САЦ и Энохом (евр. Ханок) Ветхого Завета, а Нам-ху-у с Ну-абу и библейским Ноем. Другие сопоставления Д. Вула более проблематичны (см. рис. 78), но в целом сопоставление «допотопных» библейских патриархов с прародителями ассирийских царей и династии Хаммурапи представляется вполне возможным.

Итак, есть убедительные основания полагать, что образ Господа Бога первых глав книги Бытия сложился как синтез древнесемитских богов Эллиля и Эа, которые, в свою очередь, восходят к шумерскому Энлилю и Энке. В шумеро-аккадских текстах находятся параллели с библейскими представлениями о сотворении мира и людей, изгнании из рая в наказание за нарушенные запреты, потопе как божественном возмездии за людские грехи.

Число библейских «допотопных» патриархов примерно совпадает с числом «допотопных» шумерских царей и прародителей древнесемитских правителей, причём с последними намечается даже сходство имён. Всё это указывает на общесемитские корни библейских представлений, которые в значительной мере имеют шумерское происхождение.

В этих представлениях не было понятий потустороннего мира и бессмертия души. Нет их и в первых главах книги Бытия. Рай описывался как вполне реальное место и даже указывались его географические приметы. Люди представлялись смертными и физически и духовно, и, если кому-то из них, как Утнапштитуму, боги даровали бессмертие, то оно было не только духовным, но и физическим. Идеи потустороннего мира и бессмертия души появились у древних евреев только с исходом из Египта, что нашло отражение в соответствующих главах Ветхого Завета, и могло сложиться под влиянием египетских религиозных представлений, где эта проблематика подробно разработана. Наряду с египетским существовал индоевропейский культурный ареал, где, вероятно, независимо не позднее III тысячелетия до н. э. сложились подобные представления [Рыбаков, 2002].

4.2.7. Другие «претенденты» на Всемирный потоп

Шумерская цивилизация явилась тем культурным истоком, из которого развились все последующие цивилизации западного мира, включая и российскую. Поэтому запечатленная в преданиях шумеров легенда о Великом потопе, который испытали их предки, действительно «всемирном», поскольку он охватил весь цивилизованный мир того времени, широко распространилась у соседей шумеров, вступивших след за ними на путь цивилизации. Тексты, излагающие легенду, находят в Древнем Египте. Она могла стать известной и предкам евреев и найти отражение в Библии. Всё это делает Месопотамский потоп наиболее вероятным источником легенды о Всемирном потопе.

Однако легенды о потопе существовали и у других народов: в Древней Греции, Древней Индии, у племен юго-востока Азии, Африки, Южной, Центральной и Северной Америки и островов Тихого океана [Фрэзер, 1989]. В большинстве этих мест носителями легенд были народы, почти до современности лишённые письменности. Поэтому они отражали, скорее всего, более поздние локальные катастрофы и в ряде случаев окончательно оформились лишь с распространением христианства. Особое положение занимают древнегреческая и древнеиндийская легенды. Древнегреческий миф о Девкалионе, сыне Прометея, спасшемся при потопе, учиненном Зевсом, упоминался нами в разделе 2.3 в связи с Великим Минойским землетрясением-извержением Санторина XVI в. до н. э. и, скорее всего, связан именно с этой катастрофой. В эллинском мире существовали и другие легенды о потопе. Допускалась их многократность, в частности Огигесов потоп, предшествовавший потопу Девкалиона.

Согласно древнеиндийской легенде о потопе, некий Ману пережил его в судне, построенном по совету рыбы, которую Ману некогда спас. Она же привела его корабль к северной горе. Легенда не упоминается в Ведах, окончательно сформированных между 1500 и 1000 г. до н. э., когда индоарии уже поселились в Индии, и впервые появляется в Сатапатха Брахмана, написанном не позднее VI в. до н. э. Тем не менее можно допустить, что индоарии заимствовали легенду у дравидских потомков создателей индской цивилизации — той самой Мелуххи, которая поддерживала тесные торговые и культурные контакты с шумерским миром и могла быть знакомой с месопотамской версией потопа.

Таким образом, легенды о потопе у разных народов либо отражают те или иные локальные катастрофы, либо навеяны знакомством с библейским или месопотамским источником. Последний, как показано, вполне мог основываться на реальных событиях.

Американские ученые [Ryan et al., 2003] предложили ещё одну версию потопы, связанную с событиями в Черном море. Поскольку после последнего оледенения оно было опресненным, и его уровень был ниже, чем Средиземного моря, они представили аргументы в пользу того, что в середине VI тысячелетия до н. э. произошли прорыв более солёных средиземноморских вод в Чёрное море и подъем его уровня на величину до 150 м. Это привело к катастрофическому затоплению побережий Черного моря, в частности мезолитических стоянок у берегов Турции, которое и отождествлено с потопом.

Рассмотрим эту версию подробнее. Чёрное море представляет собой полузамкнутый водоём, сообщение которого с Мировым океаном в отдельные эпохи четвертичного периода прерывалось или затруднялось, и полного выравнивания уровня с мировым океаном могло не происходить. Тем не менее в плейстоцене уровень Чёрного моря испытывал колебания, в общем коррелирующие с изменениями уровня Средиземного моря и Мирового океана, причём регрессивные фазы совпадали с эпохами похолоданий и оледенений [Федоров, 1978; Свиточ и др., 1998; Каплин, Селиванов, 1999]. В главную фазу последнего оледенения уровень моря упал до –100 м, а затем начал подниматься, и в нём сформировался комплекс новоэвксинских отложений, датируемый в интервале от 18 до 11–8 тыс. лет. Бассейн был опреснённым, и его уровень даже к концу оставался по меньшей мере на 30 м ниже современного. В результате дальнейшего подъема уровня уже в раннем голоцене установился сток черноморских вод в Средиземное море. Затем уровень последнего стал подниматься быстрее, что привело к прорыву более солёных средиземноморских вод в Чёрное море. Именно это событие У. Райэн и его соавторы датировали серединой VI тысячелетия до н. э. и отождествили с потопом. Однако другие исследователи [Островский и др., 1977] отнесли прорыв к VIII тысячелетию, обосновывая это, в частности, резким сокращением поступления пресных вод в Мраморное море ~9,5 тыс. лет назад [Stanley, Blambied, 1980]. Судя по данным о северных побережьях Чёрного моря, его уровень повышался длительно, с кратковременными регрессиями, и во всяком случае не достигал предлагаемой У. Райэном величины (рис. 79).

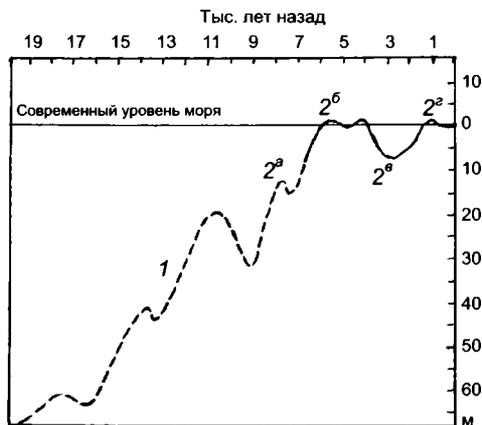


Рис. 79. Схематическая кривая колебания уровня Чёрного моря в конце плейстоцена и в голоцене [Фёдоров, 1977]

1, 2a, 2б, 2г — трансгрессии: 1 — новозвксинская, 2a — древнечерноморская, 2б — новочерноморская, 2г — нимфейская; 2в — фанагорийская регрессия

Он не мог стать основой для легенды о потопе ещё и потому, что Причерноморье находилось далеко от зарождавшихся очагов цивилизации. Последнее заставляет возражать и против версий потопов, связывающих его с таянием льдов последнего оледенения в Северной Евразии.

4.3. Изменения уровня моря и история Трои

Развалины Трои (лувийской Вилусы, греческого Илиона, римского Илиума) находятся на западном окончании невысокой горной гряды, подступающей с востока к долине р. Кючюкмендерес (гомеровский Скамандер), которая впадает в Дарданеллы вблизи выхода пролива в Эгейское море (рис. 80). Прежде долина была морским заливом, и Троя, которая сейчас удалена от моря на ~5 км, возникла в первой половине III тысячелетия до н. э. (эпоха ранней бронзы) на его берегу. На изменение береговой линии залива в голоцене влияли три фактора: эвстатические изменения уровня моря, режим седиментации в долине и дельте р. Скамандер, тектонические движения в регионе.

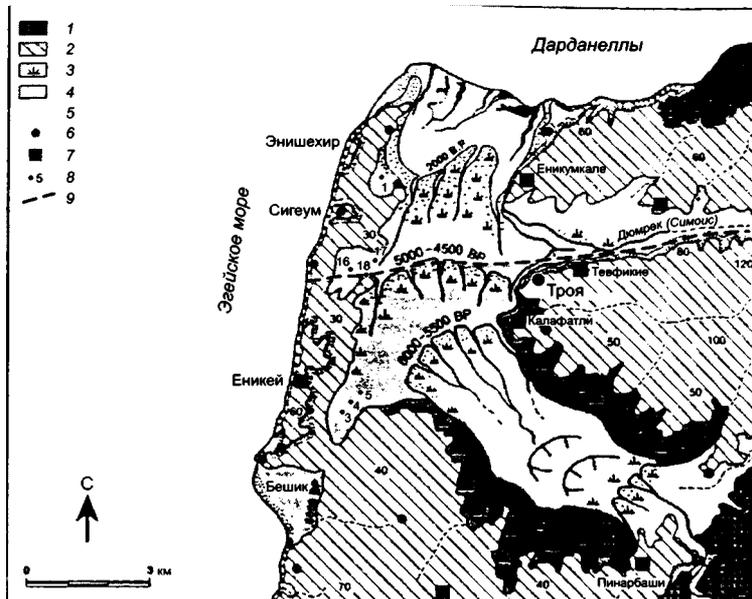


Рис. 80. Долина р. Скамандер и развалины Трои; показано положение фронта дельты реки (береговой линии) в годах от наших дней (вр) [Кауан, 2000]

1 – наибольшие поднятия (от 120 до 200–250 м); 2 – слабые поднятия (40–120 м) с указанием высоты, м; 3 – болотистые края древней долины; 4 – плоские равнины; 5 – уступы и клиффы; 6 – археологические объекты; 7 – современные посёлки; 8 – скважины (1 – равнина Кумтепе, 3–5 – равнина Еникёй, 16–18 – равнина Кесик); 9 – разлом Трои

4.3.1. Эвстатические вариации уровня моря в заливе Скамандер

Как показано в предыдущих разделах, уровень моря в позднем плейстоцене и голоцене колебался в соответствии с развитием ледового покрова. В относительно тёплые интерстадиалы среднего вюрма (валдая) он находился на десятки метров ниже современного, а в наиболее холодную фазу позднего вюрма упал до отметок $-100 \div -130$ м. В эпоху дегляциации начался подъём уровня, и ~4 тыс. лет до н. э. он достиг современной отметки или даже превысил её.

Среди более поздних колебаний наиболее интересна и имеет прямое отношение к истории Трои регрессия моря, которую назовём античной. В табл. 1 (см. раздел 1.5) сведены данные об изменениях береговой линии в исто-

рическое время на побережьях Средиземного моря. Среди них много свидетельств затопления античных поселений, которые можно было бы связать с возведением поселений в эпоху античной регрессии и последующей трансгрессией. Однако бо́льшая часть таких изменений сопровождалась сейсмо-тектоническим, а западнее Неаполя — вулканотектоническим событиями и частично обусловлена ими. По ним нельзя судить об эвстатическом изменении уровня моря. Затопленных побережий, где признаков локального тектонического воздействия на береговую линию нет или оно маловероятно, немного. Это, прежде всего, античные города африканского побережья: Абукир в Египте и Аполлония (порт античной Кирены, современный Шаххат) в Ливии, где следы древних портовых сооружений и некоторых построек обнаружены на глубинах до 2,5–3 м [Butzer, 1958; Чернов, 2004]. В 2004 г. на 32-м МКГ были представлены новые данные по побережьям Италии [Трифонов В., Трифонов Р., 2006]. По данным Ф. Антониоли и его соавторов, эвстатический уровень моря на берегах Южной Италии и Сицилии был 3 тыс. лет назад на ~2 м ниже современного. В докладе К. Монако и его соавторов отмечено, что в Катании (Восточная Сицилия) в 854±70 г. до н. э. море находилось на отметке –1,7 м, а затем происходил подъём уровня со средней скоростью 0,28±0,19 мм/год. М. Бенвенути с коллегами для устья р. Арно и П. Беллотти и др. для устья р. Тибра показали, что в середине I тысячелетия до н. э. уровень моря был на 2 м ниже современного, а к середине I тысячелетия н. э. поднялся до –0,5 м.

В 2004–2005 гг. А. Е. Додонов, Т. П. Иванова и В. Г. Трифонов предприняли изучение позднеголоценовых изменений береговой линии на сирийском побережье Средиземного моря [Трифонов В., Трифонов Р., 2006]. Все измерения в Сирии производились во время отлива. На юго-западном краю острова Арвад вблизи г. Тартус обнаружены основания стен эллинистического времени (IV–I вв. до н. э.), уходящие под воду на глубину ≥0,5 м и перекрытые блоками опоясывающей остров более поздней крепостной стены (рис. 81 на цвет. вкл.). Планировка эллинистических сооружений указывает на их хозяйственное или иное назначение. В 20 м от построек в основании крепостной стены, расположенном на 1–1,5 м выше современного уровня моря, видна абразивная ниша. Можно допустить, что ко времени постройки стены уровень моря поднялся и стал на 0,5–1 м выше современного.

В гавани г. Джабле сохранились остатки античного мола, уходящего под воду и перекрытого современным молотом. Южнее развалин древнего города Сукас на берегу бухты в 0,5 м выше современного уровня моря обнаружены морские песчаники и конгломераты с песчано-карбонатным матриксом, содержащие фрагменты античной керамики. По-видимому, в послелеантическое время уровень моря поднимался до +0,5 м. На берегу бухты Минет-Эль-Хальва возле развалин Рас-Ибн-Хани между г. Лагакия и с. Рас-Шамра (финикийский Угарит) сохранились остатки терм эллинистического времени. Часть сооружения, обращенная к бухте, разрушена абразией или, скорее, землетрясением. Севернее терм основания выдолбленных в ракушняке

стен древнего оборонительного сооружения или маяка находятся сейчас на 0,5–0,6 м ниже уровня моря (см. рис. 81). На северо-восточной стороне бухты сохранились остатки погребальных сооружений, которые сейчас окружены водой. Таким образом, на берегу бухты Минет-Эль-Хальва уровень моря в последней трети I тысячелетия до н. э. был, как на о-ве Арвад, ниже современного. С учетом поправки на вероятное возведение построек на 1–1,5 м выше уровня моря он был в эллинистическое и римское время на –2 м ниже.

К. Буцер [Butzer, 1958], по данным Хэйфмана, отмечает подъём уровня моря между I и VIII в. н. э. на южных берегах Англии, в Бретани, Фландрии и на фризском (датском) побережье. До этого уровень был на 2–3 м ниже современного. Регрессия произошла не позднее 300 г. до н. э. и, может быть, ещё во II тысячелетии до н. э., если принять во внимание данные по мегалитическим сооружениям Бретани. Понижение уровня примерно в то же время и его последующий подъём (контраст до 2–3 м) отмечены на материковых берегах Японского моря [Селиванов, 1996]. С. Р. Риггс в докладе на 32-м МГК отмечает небольшое падение уровня моря в то же время на атлантическом побережье США.

Итак, данные по Средиземному морю и некоторым побережьям Мирового океана показывают, что во время античной регрессии уровень моря был на 2–3 м ниже современного, а к середине I тысячелетия н. э. поднялся примерно до современной отметки и, может быть, даже превзошёл её на 0,5 м.

И. Кайан [Кауан, 1991], изучив и датировав голоценовые осадки в расположенном юго-западнее Трои заливе Бешик, пришёл к выводу, что указанная регрессия моря началась –3 тыс. лет до н. э., достигла –2 м 1,5–1 тыс. лет до н. э., а затем, постепенно сокращаясь, сошла на нет в первых веках нашей эры. Однако позднее тот же автор показал, что на западе долины Скамандер, в скв. 16 равнины Кесик, морские осадки продолжают восток почти до современного уровня моря и на отметках –0,5÷–1 м имеют возраст ~1400 г. до н. э. [Кауан, 1995]. Если так, то регрессия до –2 м началась позже.

Посетив район Трои в 2007 г., В. Г. Трифионов, вместе с С. Павлидесом, С. Туткуном и другими турецкими и греческими учёными, обследовал на равнине Кумтепе северо-западнее Трои протяжённую ирригационную канаву запад-юго-западного простираения. Канавы имеет глубину ~1,3 м и сложена суглинком на востоке и тонким глинистым песком на западе, ближе к краю долины. Песок и суглинок содержат небольшие линзы более грубого материала. Согласно буровым данным И. Кайана [Кауан, 1995], это пойменные и болотные отложения долины Скамандер мощностью до 2 м, перекрывшие отлагавшиеся там прежде морские осадки. Но в верхних 0,6 м разреза канавы и на соседней пашне мы обнаружили редкие обломки раковин. По данным А. Л. Чепалыги, среди них преобладает *Cerastoderma glaucum* (*Cardium edule*) *predominates*, но встречаются также морские *Gibbula* sp. (?) и пресноводные *Melanopsis proerosa* (?). Такое сочетание характерно для лагун, где смешиваются морские и пресные воды. Радиоуглеродный возраст раковин, определённый Х. С. Арслановым в лаборатории Географического

–1,4 м, причём выше тонкообломочные отложения с морскими раковинами продолжаются до отметки –0,4 м. Рядом, в скв. 16, раковины с возрастом ~1400 г. до н. э. залегают на уровне –0,5÷–1 м. Сопоставление данных по равнинам Еникёй и Кесик свидетельствует об отступании береговой линии. В скв. 1 на равнине Кумтепе из грубообломочных дельтовых осадков получены даты ~5000 г. до н. э. с отметки –4,5 м и ~3500 г. до н. э. с отметки –0,7 м; выше последней отложения с морскими раковинами продолжаются до отметки, соответствующей современному уровню моря. Однако эти данные не показательны, поскольку раковины найдены в дельтовых отложениях и могли быть переотложены.

4.3.3. Проявления активной тектоники

Высокая позднеплейстоценовая и голоценовая тектоническая активность района Трои определялась его структурной позицией, во-первых, на сочленении Анатолийской плиты и впадины Эгейского моря и, во-вторых, между двумя главными ветвями активных разломов, продолжающих на запад Северо-Анатолийскую зону разломов (рис. 83). Северная ветвь – Северо-Эгейский разлом, кулисно подставляющий эту зону, причём в области кулисного подставления находится впадина pull-apart Мраморного моря. Южная ветвь отклоняется на ЗЮЗ и представлена несколькими разломами. Крупнейший из них – разлом Эдремит. Подвижки по этим и более мелким разломам определяют рельеф прибрежной суши, образованный сочетанием пологих хребтов и речных долин запад-юго-западного простирания. Особое положение в этой системе занимает простирающаяся на север нижняя часть долины Скамандер, отделённая от Эгейского моря невысоким хребтом Сигеум. Поверхность хребта и слагающие его неогенные слои очерчивают пологую антиклиналь, западное крыло которой частично уничтожено абразией.

В ближайшей к Трое части зоны Северо-Эгейского разлома (между 25,5° и 27,2° в.д.) зарегистрировано, начиная с 342 г. до н. э., 18 землетрясений с магнитудами $M_s \geq 5,7$; сильнейшие из них землетрясения 1010, 1354 и 1912 гг. имели магнитуды $M_s = 7,1 \div 7,3$ [Трифонов, Караханян, 2004]. В зоне разлома Эдремит между 25,9° и 26,7° в.д. с 1384 г. н. э. зарегистрировано 15 землетрясений с $M_s \geq 5,7$; сильнейшее землетрясение 1919 г. имело $M_s = 7$. Но эти и возможные более древние землетрясения в тех же зонах не могли вызвать существенных разрушений в Трое, поскольку ближайшая к ней часть Северо-Эгейской зоны удалена от Трои на ~60 км, а разлом Эдремит – на ~50 км. Не меняет ситуации и землетрясение 1737 г. ($M_s \approx 7$) в зоне разлома Этили, эпицентр которого был удалён от Трои на 30–35 км.

Гораздо большее значение для Трои могла иметь активность разлома Трои, который проходит непосредственно к северу от её развалин вдоль южного склона долины р. Дюмрек (гомеровский Симоис) [Tutkun, Pavlides, 2005]. На его широтном участке возле Трои установлены позднечетвертичные сбросовые смещения с поднятием южного крыла. В канавах, вырытых

поперёк разлома в 2006 г., не выявлено разрывных смещений голоценовых слоёв, но обнаружена их деформация. Поэтому было высказано предположение, что в историческое время эта структура работала как скрытый разлом, подвижки по которому выражались в приповерхностных слоях только их изгибом, трещинами и оползнями [Tutkun, Pavlides, 2005].

От этого участка разлома Трои продолжается как на восток, так и на запад. Восточнее Трои он сначала простирается в том же широтном направлении, сохраняя поднятие южного крыла, а затем поворачивает на ВСВ. Там он разделяется на несколько сегментов, расположенных кулисно друг относительно друга. Между ними находятся депрессии, которым соответствуют расширения долины Дюмрека. В одном из участков два сближенных сегмента разлома расположены в 100 м друг от друга и образуют борта долины, заполненной речными наносами. На противоположных крыльях разлома обнажены пермские (?) известняки. Плоскость северного разлома наклонена на ЮВ под углами 70–75°, а южного наклонена навстречу под углами 80–90°. На обеих плоскостях борозды скольжения наклонены на ЮЗ под углом ~20°. Вдоль разлома обнаружены резкие правые изгибы на 7–8 м двух небольших пересекаемых водотоков. В обоих случаях поверхность разлома чётко выражена как граница четвертичных наносов и коренных пород, пред-

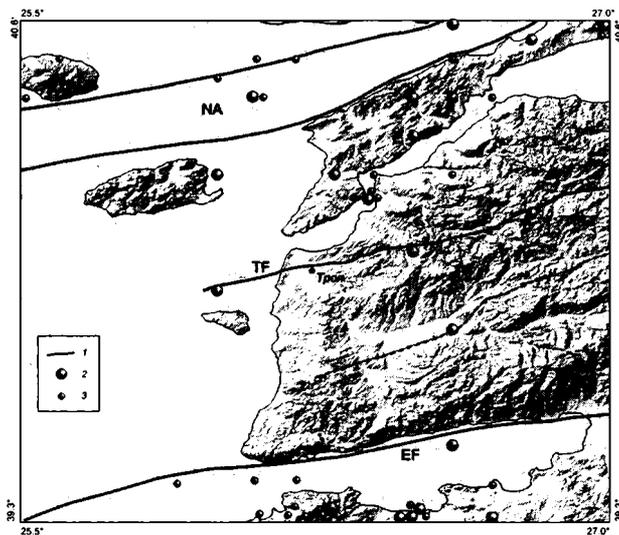


Рис. 83. Активные разломы и землетрясения района Трои

1 – активный разлом; 2 – землетрясение с $M_S \geq 6,7$; 3 – землетрясение с $M_S = 5,7 \pm 6,6$.
Разломы: NA – Северо-Эгейский, EF – Эдремит, TF – Трои

ставленных в одном случае известняками, а в другом — серпентинитами. Эшелонированное строение зоны разлома, полого наклонённые борозды скольжения и молодые смещения водотоков указывают на присутствие и, возможно, преобладание праводвиговой компоненты движений, продолжавшихся в позднечетвертичное время.

К западу от Трои разлом перекрывает молодыми наносами р. Скамандер, но регистрируется скважинами как уступ, препятствовавший накоплению морских осадков вюрмских интерстадиалов и раннего голоцена выше по долине Скамандера (см. рис. 82). Более поздние подвижки по разлому доказываются сопоставлением скважин на равнине Кесик. В 2007 г. на поверхности пашни нами были собраны морские раковины, извлечённые на поверхность с глубины в несколько метров при обсадных работах вокруг скв. 16. По определению А. Л. Чепалыги, среди них преобладают крупные устрицы, обитавшие в условиях нормальной солёности, но встречены и более мелкие формы, в частности *Cerastoderma glaucum* (*Cardium edule*), указывающие на пониженную солёность. Определённая Х. С. Арслановым радиоуглеродная дата раковин 5150 ± 90 лет (ЛУ-5860) дала после календарной и бассейновой коррекции возраст 3600–3420 гг. до н. э. Эта дата и ранее полученные И. Кайаном [Kaupan, 1995] датировки раковин: 2610–2255 гг. до н. э. с глубины –1,4 м (скв. 17) и 1480–1285 гг. до н. э. с –0,5÷–1 м (скв. 16) представляют нормальную последовательность морских осадков северного крыла разлома Трои. Для южного крыла разлома И. Кайаном получена дата 2200–2100 гг. до н. э. с глубины –0,4÷–0,6 м (скв. 18). Эта дата древнее той, что получена в скв. 16 с тех же глубин и близка к возрасту раковин в скв. 17 с глубины –1,4 м. Иначе говоря, за последние ~4000 лет южное крыло разлома поднялось на 0,8–1 м.

Разлом Трои вскрывается вновь западнее долины Скамандера на хребте Сигеум, где он выражен узкой крутой ложбиной запад-юго-западного простирания; вдоль неё позднее была предпринята попытка прорыть мелиоративный канал. На подъём южного крыла разлома указывает уступ поверхности хребта, противоположный её пологому наклону к югу (рис. 84, А на цвет. вкл.). В том месте, где разломная ложбина выходит на берег Эгейского моря, по обе стороны от неё находится узкая морская терраса высотой 1,5 м, сложенная тонким морским песком. Сразу к югу от ложбины на поверхности террасы мы обнаружили в 2007 г. обломки чёрнолаковой и краснолаковой греческой керамики. Чуть южнее примитивный почвенный покров, сохранившийся на поверхности террасы под молодым оползнем, дал, по определению Х. С. Арсланова (обр. ЛУ-5857), радиоуглеродный возраст 290 ± 80 лет [1545–1805 гг.]. Обнажены верхние 0,8 м разреза террасы, и они построены по-разному к северу и к югу от разлома. В южном крыле разлома верхние 0,4 м песчаной террасы содержат гальку светло-серой пемзы, а в 0,3–0,4 м от поверхности террасы выделяется слой с большим количеством такой пемзы. В песке террасы северного крыла подобная галька появляется только в 0,7–0,8 м от поверхности террасы. Это означает, что южное крыло разлома поднято на 0,4–0,5 м.

Время этого перемещения ограничено двумя событиями. Во-первых, оно произошло до того, как уровень моря понизился или гряда Сигеум подня-

лась, и сформировалась береговая терраса с обломками греческой керамики, т. е. до эпохи Классической Древней Греции. Во-вторых, это случилось после того, как накопился слой с пемзой. Гальки пемзы имеют размеры 1–2, редко до 4 см. Согласно петрографическому описанию М. И. Тучковой, пемза состоит из везикулярного вулканического стекла с показателем преломления ~1,520. Размер везикул 0,05–0,4 мм, причём преобладают мелкие везикулы. Они содержат редкие кристаллы плагиоклаза (идiomорфный андезин с прямой зональностью) размером 0,15–1 мм, биотита — до 0,4 мм и ещё реже пироксена, магнетита и титаномagnetита. Есть скопления вторичного карбоната. В Геологическом институте РАН под руководством С. М. Ляпунова были выполнены химические анализы состава галек пемзы, собранных возле разлома (F) и на берегу Эгейского моря севернее зал. Бешик (B), и пемзы Великого Минойского извержения Санторина (T), предоставленной нам г. Ю. Бутузовой. Состав пемзы оказался сходным (табл. 8, 9). Следовательно, пемза была извергнута именно этим извержением примерно в середине XVI в. до н. э. (см. раздел 2.3) и доставлена в район Трои водным путём. Смещение слоя пемзы произошло позже середины XVI в., но до эпохи Классической Греции.

Таблица 8. Состав продуктов Великого Минойского извержения и пемзы района Трои

Окислы	М	Z-2	T	F	B
SiO ₂	68,25	68,96	68,4	72,9	64,8
TiO ₂	0,34	0,30	0,34	0,16	0,64
Al ₂ O ₃	12,59	13,13	12,1	12,4	13,7
Fe ₂ O ₃ +FeO	2,63	2,63	2,7	2,6	4,6
MnO	0,05	0,05	0,07	0,1	0,11
MgO	0,37	0,43	1,04	0,37	0,78
CaO	1,58	1,76	2,3	1,51	3,9
Na ₂ O	5,11	5,17	5,0	4,1	4,7
K ₂ O	3,22	3,32	2,8	3,8	2,4
P ₂ O ₅	0,02	0,02	0,045	0,028	0,086
H ₂ O ⁺	5,76	4,53	?	?	?
Сумма	99,92	100,30	94,8	96,07	95,72

Примечание. М — тефра Великого Минойского извержения с Санторина [Keller et al., 1978]; Z-2 — пепел из скв. V10-58, 70 см [Keller et al., 1978]; T — пемза Великого Минойского извержения; F — пемза возле разлома Трои; B — пемза севернее залива Бешик.

Таблица 9. Содержание редких элементов в пемзе Санторина (Т) и района Трои (F,B), ppm

Образец	As	Se	Br	Ce	Rb	Cs	Sr	Ba	Y	Nb
Т	0,95	1,0	22	56	78	1,5	110	420	37	9
F	4,9	2,1	5,1	77	110	2,5	82	460	27	21
B	4,6	<0,5	15	63	69	2,1	150	410	41	9
Образец	Zr	La	Ga	Ge	Sm	Eu	Hf	Ta	Th	U
Т	270	28	10	2	4,9	0,98	8,1	0,8	18	4,4
F	210	48	20	2	5,2	0,68	5,6	1,9	17	3,8
B	240	37	20	2	7,1	1,4	6,6	0,6	15	3,1

Итак, в западной части долины Скамандера и возле эгейского побережья обнаружены вертикальные смещения по разлому, которые могли происходить во время существования Трои и позднее, вплоть до современности. На равнине Кесик смещение составило 0,8–1 м за последние ~4000 лет, а на побережье – 0,4–0,5 м между серединой XVI в. до н. э. и эпохой Классической Греции. Этот западный участок разлома Трои, подобно его восточному обследованному участку, простирается на ЗЮЗ–ВСВ. И если там по разлому возникли не только вертикальные, но и не меньшие по величине праводвиговые смещения, то, очевидно, они возникли и на западе. Поэтому общее смещение, представляющее собой геометрическую сумму вертикальной и сдвиговой составляющих, может достигать 1–2 м. Его причиной, скорее всего, были сильные землетрясения.

4.3.4. Землетрясения в Трое

Восемь коровых землетрясений с магнитудами $M_s \geq 5.7$ зарегистрировано с 360 г. до н. э. в зоне разлома Трои, на его продолжениях и в северном крыле, до Дарданелл, между 26° и 26,6° в.д. Четыре из них имели $M_s = 6,7$ и интенсивность 9 баллов по шкале MSK [Yilmaz, 2003; Трифонов, Караханян, 2004]. Обследованная нами часть разлома Трои имеет длину 12 км. Только один эпицентр землетрясения попадает непосредственно в его зону. Два других находятся на его западном и восточном продолжениях. Восточное продолжение отчётливо читается на космических снимках, а западное – в батиметрии окраины Эгейского моря. Это даёт основание удлинить разлом Трои до 25 км. Согласно расчётам, приводимым в работе [Wells, Coppersmith, 1994], активный разлом длиной в 25 км вполне может производить землетрясения с $M_s \geq 6,7$.

На возможность таких землетрясений в историческое время указывают следы сейсмических воздействий на постройки Трои. В её развалинах вы-

делено десять строительных горизонтов, и некоторые из них демонстрируют признаки значительных разрушений, приведших к гибели поселения (табл. 10) [Korfmann, 2005]. Наиболее очевидными следами землетрясений признаны разрушения конструкций Трои VI и Трои IX. Ответ на вопрос, была ли гомеровская Троя разрушена в результате Троянской войны или землетрясения, зависит от того, какую Трою считать гомеровской. В. Дёрпфельд [Dörpfeld, 1902], который начинал раскопки Трои вместе с Г. Шли-

Таблица 10. Следы разрушений в истории Трои [Korfmann, 2005]

Комплекс	Культура	Финал
Троя III	РБ	Разрушение с сильнейшим пожаром
Троя V	СБ	Разрушение с сильным пожаром
Троя VI, ~1740/30--1300 гг. до н. э.	СБ–ПБ. Вершина процветания при вассальной зависимости от Хеттского царства	Сейсмогенное разрушение в ~1300 гг. до н. э.
Троя VI i (прежде Троя VII a), ~1300–~1180 гг. до н. э.	ПБ. Продолжение процветания и прежней культурной традиции	Сильное разрушение с пожаром в ~1180 гг. до н. э.
Троя VII b ₁ , ~1180–1130 гг. до н. э.	ПБ–РЖ. Упрощение прежних традиций, свидетельствующее об обеднении населения	Частичное разрушение в 1150–1130 гг. до н. э.
Троя VII b ₂₋₃ , ~1150–950 гг. до н. э.	РЖ. Смещение прежних традиций с культурным влиянием Балкан и Западного Причерноморья	Перерыв в ~250 лет (~950–720/700 гг. до н. э.)
Троя VIII (Греческий Илион), ~700–85 гг. до н. э.), и Троя IX (Римский Илиум), 85 г. до н. э.–~500 г. н. э.	Городское поселение	Сейсмическое разрушение в ~500 г. н. э., затем перерыв
Троя X, XII–XIII вв.	Небольшое византийское поселение с епархией	Окончило существование с оттоманским завоеванием

Примечание. Эпохи: РБ – ранней бронзы; СБ – средней бронзы; ПБ – поздней бронзы; РЖ – раннего железа.

маном и предложил первую стратиграфию поселения, сопоставлял с гомеровским Илионом Троя VI. Он датировал её цитадель XV–XIII вв. до н. э. и считал, что она была разрушена до эпохи Троя VII а (=VI i). Однако М. Корфман [Korfmann, 2005] пишет, что позднее В. Дёрпфельд пересмотрел свою позицию и сопоставил с гомеровским Илионом Троем VI i, т. е. «омолодил» возраст Троянской войны. Сам М. Корфман принимал именно такую «омоложенную» дату войны и гибели Трои, ~1180 г. до н. э., обосновывая её следами пожара, которые он обнаружил в руинах Трои VI i. Однако другой крупнейший знаток Трои, К. Бледжен [Blegen, 1963], не согласился с таким «омоложением». Таким образом, сопоставление гомеровского Илиона с Троем VI i сейчас можно считать доказанным, но дата её разрушения остаётся предметом дискуссии.

Следы сейсмического воздействия на постройки Трои VI представлены в восточной части цитадели (бастион и рядом с ним) трещинами, развалом и наклоном стен. Воздействие было настолько сильным, что оказались разрушенными антисейсмические зацепы в каменных блоках кладки (см. рис. 84, Б; 1 на рис. 85 на цвет. вкл.). В 10–15 м севернее фрагмент стены, отнесённый к эпохе Троя VII, наклонён на несколько градусов подобно Пизанской башне (2 на рис. 85). Если наклон – результат того же землетрясения, что повредил упомянутый бастион, оно произошло после эпохи VII. Возможно, однако, что эти разрушения связаны с разными сейсмическими событиями.

Важные археосейсмологические наблюдения были сделаны в юго-западной части Трои. Юго-западная стена дворца VI М и соседняя часть крепостной стены развёрнуты против часовой стрелки на несколько градусов (см. рис. 84, В; 3 на рис. 85). Нет оснований считать эти изгибы, по меньшей мере стены дворца, архитектурным замыслом или строительным дефектом. В 40 м от этого места, на западном склоне городского холма, фрагмент стены римской эпохи отколот и изогнут на несколько градусов по часовой стрелке (см. рис. 84, Г; 4 на рис. 85); нарушения, бесспорно, являются сейсмогенными. Эти разнонаправленные вращения стен, расположенных в 40 м друг от друга, могли быть произведены только разными землетрясениями, одно из которых имело место после Трои VI, но до греко-римской эпохи (наиболее вероятно, в XIII–X вв. до н. э.), а другое – после этой эпохи. Мы отождествили второе событие с землетрясением 478 г. н. э. ($M_s = 6,7$) эпохи «византийского пароксизма».

Что же касается первого события (или, возможно, двух событий), то одно из них, установленное по нарушениям в стенах Трои VI, могло произойти как до эпохи Троя VI i, как полагал М. Корфман, так и после неё, поскольку сооружения Трои VI, о которых идёт речь, продолжали служить и в эпоху Троя VI i. В последнем случае землетрясение могло случиться во время Троянской войны и помочь ахейцам победоносно завершить 9-летнюю осаду. Здесь уместно вспомнить «Троянского коня», который, как сказано в «Одиссее», привёл ахейцев к победе. «Конь» воспринимался участниками событий как жертва Посейдону. Согласно греческой мифологии, именно

бешеные скачки Посейдона на конной колеснице приводили к сильным землетрясениям и цунами. Если землетрясение разрушило неприступную Трою, «Троянский конь» как благодарственная жертва Посейдону был вполне уместен. Если, в дополнение к этому, согласиться с сейсмическим происхождением наклона стены Трои VII b₁ (см. 2 на рис. 85) и принять во внимание сообщение М. Корфмана о других следах разрушений в конце эпохи VII b₁ (конец XII в. до н. э.), то можно допустить ещё одно сильное землетрясение, постигшее Трою, едва оправившуюся от последствий Троянской войны.

Если точно следовать описанию Троянской войны Гомером, то дата этого события ~1180 г. до н. э. представляется слишком поздней. Согласно «Илиаде» и «Одиссее», Троя победила объединённая армия ахейских городов-государств. Ахейцы достигли наибольшего могущества в XV–XIII вв. до н. э. после того, как сокрушили Минойскую державу и стали контролировать весь Эгейский регион. В позднем хеттском документе XIII в. Аххиява (ахейское государство на западе Малой Азии или островах Эгейского моря) поставлена в один ряд с сильнейшими державами той эпохи [Андреев, 1989]. В это время ахейцы вполне могли объединиться для борьбы с Троей за выход в Мраморное и Чёрное моря, и Троя была для них сильным противником, поскольку поддерживалась её сюзереном Хеттским царством.

Но во второй половине XIII в. ахейские города Греции подверглись нашествию и через несколько десятилетий были побеждены дорийско-иллирийскими племенами. Согласно археосейсмологическим данным [Archaeoseismology, 1996], успех агрессии был предопределён серией землетрясений, разрушивших или сильно повредивших ахейские города во второй половине XIII в. В результате агрессии ахейцы были изгнаны из континентальной Греции, и это было концом микенской культуры, свергшим Грецию в «тёмные века» и положившим начало движению «народов моря». В эту эпоху ахейцы, конечно, не могли организовать поход на Трою в том виде, как его описал Гомер.

Возможна, однако, другая версия Троянской войны, согласующаяся с её датированием ~1180 г. до н. э., когда ахейцы и их союзники уже были изгнаны из Греции и двигались на восток вместе с другими «народами моря» в поисках новых мест обитания. Примерно в 1200 г. пала Хатусса, столица хеттов, и их царство распалось. Троя лишилась важной поддержки и также была побеждена. Если такая версия справедлива, то объединённый поход ахейцев на Трою и их последующий возврат в Грецию были поэтическим вымыслом Гомера, его «плачем» по былому величию ахейцев и микенской культуре. Дальнейшая деградация и окончательное разрушение Трои VII b_{2,3} в ~950 г. до н. э. были одним из политических и социальных последствий движения «народов моря».

Независимо от деталей исторического развития, одно или два сильных землетрясения имели место в Трое в эпохи VI и VII после 1300 г. до н. э. Они совпали с общей сейсмической активизацией Эгейско-Греческого региона и внесли вклад в социально-политический кризис древнего общества XIII–XI вв. до н. э. (см. раздел 5.2.1).

4.3.5. Природные события и история Трои

За последние 2400 лет четыре землетрясения с $M_S=6,7$ зарегистрированы в северном крыле разлома Трои до $40,2^\circ$ с.ш. и три землетрясения с $M_S \geq 5,7$ произошли непосредственно в зоне этого разлома. Археосейсмологические исследования в Трое добавляют к этому перечню ещё одно или два подобных землетрясения, случившихся между 1300 и 950 г. до н. э. Согласно расчётам, приведённым в работе [Wells, Coppersmith, 1994], каждое землетрясение с $M_S = 6,7$ связано с подвижкой по разлому в среднем на 0,6–0,7 м и до 1–1,15 м вблизи гипоцентра. Насколько позволяют судить неточные данные о положении эпицентров указанных исторических землетрясений, не все они локализовались в зоне разлома Трои. Поэтому сейсмогенные смещения по нему были меньше, чем в эпицентральных областях, и в сумме, вероятно, не превысили 1–2 м. Именно такое смещение выявлено за последние 3500–4000 лет в западной части разлома Трои, причём на долю первых двух или трёх событий (от Трои VI до эпохи Классической Греции) приходится смещение в 0,8–1 м. Эти разрушительные землетрясения были важными событиями в истории города. Возможно, одно из них произошло во время Троянской войны и, вызвав разрушения крепостных стен, помогло ахейцам взять Трою. Землетрясение 478 г. н. э. стало концом существования римского Илиума.

Подвижки по разлому Трои внесли вклад и в историю залива Скамандер. В позднелейстоценовые интерстадиалы и в раннем голоцене, когда уровень моря был на 40–30 м ниже современного, разлом ограничивал проникновение морских вод вверх по долине. Смещения морских отложений с возрастом ~2200 г. до н. э. обнаружены на равнине Кесик в западной части долины. Воздействия подвижек по разлому сочетались с эвстатическими колебаниями уровня моря и изменением режима накопления речных наносов в долине Скамандера. Быстрый эвстатический подъём уровня моря в раннем голоцене, достигший максимума в ~4000 г. до н. э., привёл к затоплению долины на расстояние до 10 км. Но затем усилилась речная седиментация, и дельта Скамандера стала наступать на морской залив, сокращая его. Регрессия моря на 2–3 м, начавшаяся после ~1400 г. до н. э. и продолжавшаяся до начала нашей эры, способствовала быстрому продвижению дельты, но последовавший подъём уровня моря, достигшего современного уровня, а возможно, и превысившего его к середине I тысячелетия н. э. на 0,5–1 м [Трифонов В., Трифонов Р., 2006], на время замедлил продвижение дельты, но не смог его остановить. Сейчас долина заполнена речными и болотными отложениями. Однако и в эти изменения тектоника внесла поправку. Слои, отвечающие последней морской трансгрессии на равнине Кумтепе, сейчас находятся на высоте 2,5–3 м над уровнем моря. Это означает, что часть равнины вместе с соседней частью гряды Сигеум поднялась за последние 1500–2000 лет на ~2 м. Сильная сейсмичность территории подтверждает такую возможность.

Троя возникла как портовое поселение на берегу залива Скамандер. Такое положение давало ей возможность контролировать выход в Дарданеллы и дальше в Чёрное море. Это способствовало процветанию города и могло

стать причиной Троянской войны. С заполнением залива речными наносами Троя потеряла своё стратегическое значение и превратилась в обычный провинциальный греческий и затем римский город, гибель которому принесло землетрясение 478 г. Более поздняя политическая ситуация не способствовала его возрождению.

4.4. Фанагорийская регрессия Чёрного моря и греческая колонизация его побережий

П. В. Фёдоров [1978] выделил среди голоценовых морских отложений Чёрного моря древнечерноморские, новочерноморские и нимфейские слои. Во время формирования древнечерноморских отложений, датируемых возрастaми 8,5–6,5 тыс. лет, уровень моря повышался от $-30 \div -20$ м до $-17 \div -8$ м [Островский и др., 1977; Щербаков, 1982]. В среднем голоцене (новочерноморские слои) он достиг современной отметки и эпизодически мог даже превышать её на величину до 2 м. Отмечены две фазы наивысшего стояния моря: в III (пик атлантического оптимума) и II тысячелетиях до н. э. [Фёдоров, 1982]. Их разделяла регрессия начала суббореала. В дельте р. Дуная (Сасыкский лиман) она отмечена слоем торфяника с радиоуглеродной датой 4070 ± 50 лет [2800–2500 гг. до н. э.] среди морских отложений [Садчикова, Чепалыга, 1999]. Регрессия оценена в несколько метров, хотя слои с торфяником могли испытать опускание в зоне разломов на границе Восточно-Европейской платформы и Мизийской плиты [Трифонов, 1999].

Среди голоценовых колебаний уровня Чёрного моря наиболее загадочной представляется фанагорийская регрессия на 5–6 м, начавшаяся в конце II или в первой половине I тысячелетия до н. э. и сменившаяся к середине I тысячелетия н. э. нимфейской трансгрессией, что имело важные последствия для истории греческой колонизации черноморских побережий. До сих пор следов столь значительного падения уровня не было найдено ни в Средиземном море, ни в Мировом океане, хотя связь Чёрного моря со Средиземным не прерывалась. В этом разделе обобщены данные о масштабах, времени и исторических последствиях фанагорийской регрессии и последующей нимфейской трансгрессии. Предложено объяснение фанагорийской регрессии.

4.4.1. История греческой колонизации Чёрного моря

Обсуждая ранние контакты грекоязычных племён и их предков с населением Причерноморья, следует различать: во-первых, возможную миграцию этих племён из Причерноморья или через него на территорию Греции после

и продукты ремесленного производства, среди которых были как привозные, так и местные изделия, а также греческое оливковое масло. В 480 г. до н. э. города вокруг Боспора Киммерийского объединились в Боспорское царство с центром в Пантикапее. Оно достигло наибольшего могущества в IV–III вв. При правителе Левконе I (IV в.) из Боспора в Афины вывозилось ежегодно до 16 тыс. т зерна. С конца III в. обострились отношения греческих городов с соседними скифами. В итоге во II в. Ольвия попала в зависимость от них, а Боспор и Херсонес оказались в зависимости от разгромившего скифов Понтийского царства, расположенного на южном побережье Чёрного моря. В I в. до н. э. Понтийское царство было сокрушено, и северочерноморские города оказались под властью Рима, способствовавшей их процветанию.

Со II в. до н. э. культура Боспора стала испытывать всё усиливавшееся сарматское влияние, а также воздействие местных племён — синдов и меотов. В итоге к концу античного периода здесь сложилась своеобразная полиэтническая культура, в которой античная традиция сочеталась с культурными элементами других обитателей царства. Во второй половине III в. н. э. Северное Причерноморье подверглось нашествию готов. Была разгромлена Ольвия и подорвана экономика Боспора. После кратковременного оживления нашествия гуннов в 370-х годах окончательно сокрушило Боспорское царство.

В Средневековье вступили немногие города Боспора. Малая мощность и прерывистость культурных слоёв свидетельствуют о сокращении городского населения и частых разрушениях, связанных с нашествиями и сменами сюзерена. До начала VI в. регион находится под влиянием аланов и гуннов, затем входит в состав Византии, а с конца VII в. — Хазарского каганата. Его ослабление в конце VIII — начале IX в. вновь усиливает позиции Византии, и жизнь в крае оживает; на руинах античных городов вырастают новые поселения. Но нашествие печенегов сметает возрождённые города. Гибнет Фанагория. Сохраняются лишь Боспор (быв. Пантикапей) и Таматарха (быв. Гермонасса). С начала X до начала XII в. здесь существует русское Тмутараканское княжество, а с начала XIII в. — генуэзские торговые поселения и крепости. Они сохраняются при татарском господстве, наступившем в середине XIII в., и исчезают лишь с распространением власти турок в 1475 г. С 1774 г. регион становится частью России. Миграции и смены сюзеренов изменили этнический состав населения. Они отразились и в смене названий городов: Пантикапей–Боспор–Корчев–Черкио–Керчь; Гермонасса–Таматарха–Тмутаракань–Матрега–Тамань.

4.4.2. Обоснования фанагорийской регрессии

В отличие от более ранних голоценовых изменений уровня моря, фанагорийская регрессия обосновывается главным образом археологическими данными. Следы последующего частичного затопления обнаружены во многих античных городах Чёрного моря — Тире, Ольвии, Диоскурии, Херсонесе, Нимфее, Пантикапее, Фанагории и других поселениях Таманского залива (рис. 87, см. рис. 86), а также на болгарском и турецком

4.4. ФАНАГОРИЙСКАЯ РЕГРЕССИЯ ЧЁРНОГО МОРЯ
И ГРЕЧЕСКАЯ КОЛОНИЗАЦИЯ ЕГО ПОБЕРЕЖИЙ

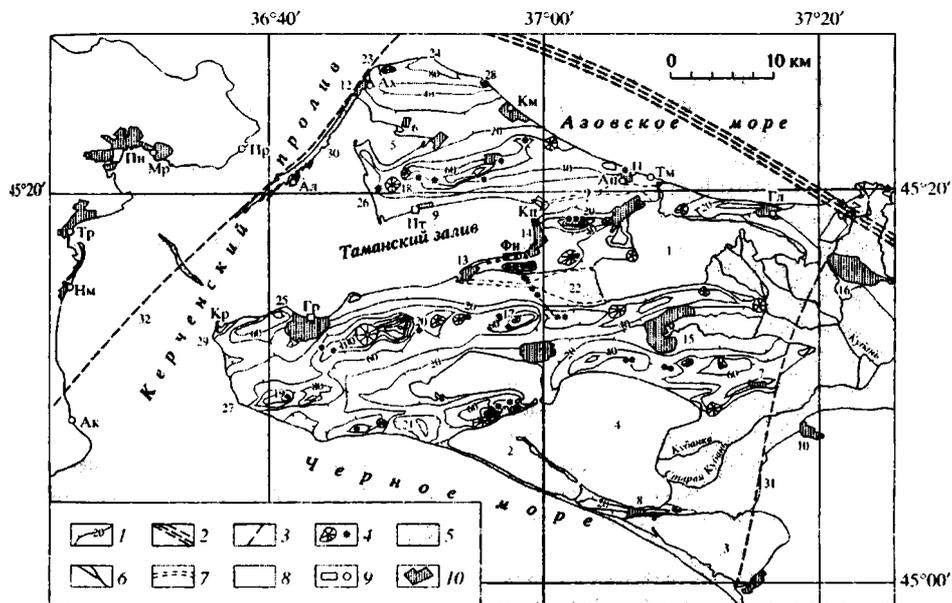


Рис. 87. Неотектоническая карта Таманского полуострова с элементами палеогеографии конца I тысячелетия до н. э.

1 — изолинии четвертичного поднятия суши, м; 2 — зона Южно-Азовского разлома; 3 — прочие активные разломы; 4 — грязевые вулканы и гидровулканы; 5 — пойма р.Кубань и одновозрастные ей голоценовые отложения; 6 — современные протоки и сохранившиеся реликты древних протоков Кубани; 7 — протоки Кубани античного времени, ныне пересохшие; 8 — акватории; 9 — античные поселения; 10 — современные поселения.

Буквы на карте (античные поселения и культовые сооружения): Ак — Акра, Ал — святилище Ахилла, Ап — Апатур (святилище Афродиты Урании у Синей балки), Ах — Ахиллей, Гл — поселение в станице Голубицкой, Гр — Гермонасса в пос. Тамань, Км — Киммерий (?) в пос. Кучугуры, Кп — Кепы, Кр — Корокондама, Mr — Мирмекий в пос. Войкова, Nm — Нимфей в с. Героевское, Пн — Пантикапей в г. Керчь, Пр — Порфмий, Pt — Патрей, Тм — Тирамба в с. Пересыпь, Tr — Тиритака в пос. Аршинцево, Фн — Фанагория.

Цифры на карте. 1-4 — лиманы: 1 — Ахтанизовский, 2 — Бугазский, 3 — Витязевский, 4 — Кизилташский; 5 — Динский залив; 6-16 — современные населённые пункты: 6 — с. Батарейка, 7 — пос. Белый, 8 — станица Благовещенская, 9 — с. Гаркуша, 10 — с. Джигинка, 11 — пос. За Родину, 12 — пос. Ильич, 13 — пос. Приморский, 14 — станица Сенная, 15 — станица Старотитаровская, 16 — г. Темрюк; 17-20 — горы: 17 — Бююр-Гора (113 м), 18 — Горелая (103 м), 19 — Зеленская (126 м), 20 — Комендантская (164 м); 21 — оз. Солёное; 22 — оз. Яновского (пересохшее); 23-29 — береговые мысы: 23 — Ахиллеон, 24 — Каменный, 25 — Кроткова, 26 — Малый Кут, 27 — Панагория, 28 — Пекла, 29 — Тузла; 30 — коса Чушка; 31, 32 — разломы: 31 — Западно-Уташский, 32 — Правдинский

побережьях. Очевидно, все эти города сооружались при более низком уровне моря. Сейчас около трети территории Ольвии и Фанагории находятся под водой. В наиболее низких их частях скопления керамики, каменные развалы, а иногда и сохранившиеся фундаменты сооружений погружены до глубин >4 м [Блаватский, 1961; Каплин, Селиванов, 1999]. П. В. Фёдоров [1978], со ссылкой на данные И. Л. Грач, отмечает постройки Нимфея на глубинах до 6 м. Сообщается об остатках стен усадьбы с керамикой последней четверти IV в. до н. э. в 0,4 км к югу от этого города; сейчас эти стены высотой до 2,2 м полностью находятся под водой. В Пантикапее имеются сведения о затопленных древних портовых сооружениях, а остатки античной керамики обнаружены в городских скважинах на глубинах до 3,5 м [Никонов, 1998]. К. К. Шилик [1991] обнаружил руины сооружений Акры на глубинах до 3,5 м, а колодец Акры в 140 м от современного берега на глубине 3 м вырыт на 1,1 м и содержит обломки амфор начала IV в. — начала III в. до н. э. По этим данным К. К. Шилик оценил падение уровня моря более, чем на 4,5 м.

При оценке амплитуд изменения береговой линии на побережьях Таманского полуострова следует учитывать оползневые процессы. Местами целые блоки прибрежных террас сползли под воду, сохранив взаимное расположение археологических объектов и создав иллюзию тектонического погружения или эвстатического подъёма уровня моря. Следы оползания видны на южном побережье полуострова и вблизи мыса Малый Кут. Подобная ситуация наблюдается в Гермонассе. Остатки античных построек расположены на террасе, и подошва античных слоёв находится выше уровня моря. Но на дне залива, на глубинах до 4 м, обнаружены скопления античной керамики и каменные развалы, которые также могут быть остатками строений и крепостных стен [Блаватский, 1958].

Относительно надёжные данные об амплитуде регрессии получены в Фанагории, Патрее и Кечах, где следы оползания отсутствуют или минимальны. Остатки крупнейшего античного города Фанагории (южный берег Таманского залива западнее станицы Сенной) находятся на участке побережья длиной 2 км и шириной до 0,7 км. Город располагался на двух прибрежных террасах — высотой 5–10 м и 20–25 м. Верхняя терраса имеет цоколь, сложенный киммерийскими (плиоцен) отложениями. Нижняя терраса в черте города сложена культурными слоями, нижние из которых уходят под воды Таманского залива до глубин 4 м. Там северной границей города могут быть гряды камней (остатки разрушенных стен?), удалённые от берега на 220–240 м [Блаватский, 1961]. Граница террас в пределах города, западнее и восточнее него прямолинейна и совпадает с флексурой, где верхнекиммерийские пески и глины, рядом залегающие полого, наклонены на север под углами 25–35°. Подобное деление на «верхний» и «нижний» город существовало в Кечах и Патрее. Сейчас «нижний город» обоих поселений затоплен [Сокольский, 1963; Патрей, 1998]. По мнению В. Н. Таскаева [Патрей, 1998], уровень моря в III в. до н. э. был по меньшей

мере на 4,5 м ниже современного. Следы позднейшего затопления есть и по берегам Керченского пролива [Никонов, 1998].

Жилые и хозяйственные постройки, скорее всего, строились не ниже, чем в 1–1,5 м над уровнем моря, чтобы избежать его штормовых воздействий. Поэтому зафиксированное положение оснований сооружений на 3,5–4 м ниже современного уровня свидетельствует об амплитуде регрессии ≥ 5 м. В районе Ольвии морские бережные илы на глубине 8 м от современного уровня моря несут следы перерождения в почву и содержат обломки керамики [Шилик, 1977]. Однако, по мнению П. А. Каплина и А. О. Селиванова [1999], илы, как и другие подобные осадки, могли испытать позднейшее уплотнение. Таким образом, наиболее реальной представляется оценка величины регрессии в 5–6 м [Фёдоров, 1978].

4.4.3. Возраст фанагорийской регрессии

Одним из немногих указаний на время начала фанагорийской регрессии может служить радиоуглеродная дата 3240 ± 60 лет [1600–1435 гг. до н. э.] морских новочерноморских отложений под культурным слоем Ольвии на отметке, близкой к современному уровню моря [Шилик, 1977]. Очевидно, регрессия началась позже. Подтверждением этому может служить миф об аргонавтах, из которого следует, что до XIII в. до н. э., морской путь в Чёрное море был затруднён (из-за сильного течения из Чёрного моря?), тогда как во времена Классической Греции (начиная с VII в. до н. э.) мореходное сообщение не встречало затруднений, т. е. регрессия уже произошла, и скорость течения понизилась.

В I тысячелетии н. э. регрессия сменилась нимфейской трансгрессией, стратотип которой описан возле остатков Нимфея [Фёдоров, 1978]. Здесь на террасе высотой до 2,5 м залегают пески мощностью ~ 1 м с морскими раковинами, перекрывающие наземные суглинки с керамикой и фундаментами зданий античного города. П. В. Фёдоров считает наиболее вероятным начало трансгрессии в V в. н. э., но это не вполне верно. Приведённые оценки амплитуд фанагорийской регрессии относятся главным образом к слоям V–II вв. до н. э., тогда как римские постройки часто возводились на большей высоте. К. К. Шилик [1977] приводит свидетельство Диона Хрисостома, что подъём уровня моря в Ольвии начал ощущаться уже в I в. н. э. В Патрее хозяйственная зона, существовавшая с середины I в. н. э. до 341–342 гг., распространялась на часть современного залива, меньшую, чем в 550–270 гг. до н. э. [Патрей, 1998]. По-видимому, подъём уровня начался в I в. н. э. и продолжался несколько веков, достигнув максимума ко второй половине I тысячелетия. Уровень моря в нимфейскую трансгрессию мог достигать $+1.5 \pm 2$ м, но скорее не превышал $+1$ м [Фёдоров, 1978]. В XI–XV вв., возможно, имела место корсуньская регрессия до $-2 \div -3$ м, после которой уровень моря приблизился к современному.

4.4.4. Локальные тектонические воздействия на изменение уровня Чёрного моря

И. П. Балабанов и М. В. Гаприндашвили [1987] и А. А. Никонов [1997] интерпретировали как остаток крепостной стены Диоскурии развалы плит из «римского бетона», обнаруженные на дне Сухумской бухты на глубинах 6–10 м. Как писал Страбон [1964], в начале I в. н. э. Диоскурия была богатым и процветающим городом, но к середине того же века, по сообщению Плиния, она была разорена и погибла. На её месте, но ближе к современному берегу, не ранее 20 г. н. э. был построен Севастополis, первое упоминание о котором относится к 75 г. На современном берегу сохранились остатки его крепостной стены, а более низкая часть города сейчас скрыта под водой на глубинах до 4–6 м. Однако и этот город оказался разрушенным в 337–338 гг., после чего был возведен новый Севастополis. С V в. город, получивший название Цхум (сейчас Сухуми), стал развиваться дальше от берега. А. А. Никонов [1997] привёл обоснования того, что Диоскурия в первой половине I в. и Севастополis в 330-х годах были разрушены сильными землетрясениями. Они вызвали тектоническое погружение бухты, на которое наложился эвстатический подъём уровня моря после фанагорийской регрессии. Возможно, сыграло роль и сейсмогенное оползание берега [Разумов, Хасин, 1978]. Следы сейсмического погружения, дополнившего подъём береговой линии после фанагорийской регрессии, обнаружены при изучении античных городов Румынии: Каллатиса (сейчас Мангалия) в Добрудже и Томиса (сейчас Констанца). Обнаружение сеймотектонического изменения береговой линии на кавказском и румынском побережьях побудило нас исследовать воздействие активной тектоники на Таманском полуострове.

Признаки локального позднеголоценового тектонического подъёма обнаружены на азовском побережье Таманского полуострова. Античное поселение в с. Кучугуры (Киммерий?), существовавшее с IV в. до н. э., расположено на морской террасе высотой 9,5 м. Её нижние 6,5 м сложены бурыми делювиальными суглинками и супесями, выше которых залегают слоистые пески. В центре поселения целиком, а на краях в верхней части пески представляют собой культурные слои с обломками античной керамики. Погружённые в море части поселения неизвестны. Поселение возле с. Пересыпь, отождествляемое с античной Тирамбой, существовало с IV в. до н. э. по III в. н. э. [Воронов, Михайлова, 1983]. От разрушения сохранилась его часть на краю террасы, сложенной покровными суглинками и подвергающейся абразии и оползанию.

Северо-западнее г. Темрюк в центре станицы Голубицкая выделяются два холма высотой до 20 м, между которыми находится короткая балка, занятая современной дорогой. Она спускается на север к узкому понижению, некогда представлявшему собой западный рукав Темрюкского залива. Сейчас он осушился, и его дно поднято на десятки сантиметров над уровнем моря. От рукава сохранились бочаги. Оба холма являются остатками городища, существовавшего с эллинистических времён до позднего Средневековья [Воронов, Михайлова, 1983]. Древнейшие культурные слои содержат античную

керамику, а также скопления раковин и рыбьих костей, указывающие на важную роль морских промыслов. Поскольку культурные слои в балке находятся ниже материковой глины на соседних холмах, спуск к рукаву существовал уже в то время. Он был дорогой к гавани в западной части осушившегося рукава, который, по крайней мере в раннюю фазу существования поселения, заливался морем. Эта фаза была не позднее римской эпохи, когда регрессия ещё продолжалась, но уровень моря начал подниматься.

Таким образом, на азовском побережье Таманского полуострова следов фанагорийской регрессии нет, и уровень моря в античное время мог быть даже чуть выше современного. Иначе говоря, это побережье, вероятно, испытало позднеголоценовое тектоническое поднятие на 3–4 м относительно побережий Таманского залива и Керченского пролива. Подтверждением такого воздымания может быть останец аккумулятивной террасы высотой 4 м, обнаруженный у северного подножия горы Тиздар. Он сложен песком, аналогичным современному пляжу, и, возможно, представляет собой пляжные отложения максимальной (новочерноморской?) голоценовой трансгрессии. Подобная тенденция к подъёму береговой линии времени фанагорийской регрессии отмечена на азовском побережье Керченского полуострова [Никонов, 1998]. Севернее, в Азовском море, древние береговые формы новочерноморской эпохи обнаружены на глубинах 5–9 м [Щербаков, 1982]. Это смещение может быть связано с Южно-Азовским разломом, выделенным геофизическими методами по смещению майкопских глин и нижележащих слоев и прослеженным вдоль берегов Керченского и Таманского полуостровов до г. Темрюк на востоке [Плахотный и др., 1989]. Амплитуда средне-позднеголоценового вертикального смещения в 10 м дает среднюю скорость движения по разлому 2–3 мм/год.

С позднеголоценовыми тектоническими движениями связаны палеогеографические преобразования. С плиоцена Таманский полуостров представлял собой обширную дельту Кубани, в пределах которой отдельные русла, впадавшие либо в Чёрное, либо в Азовское море, располагались в депрессиях между антиклинальными поднятиями. На значительном протяжении поздне-го голоцена наиболее водоносным было русло, проходившее между современными с. Белый и с. Джигинка и впадавшее в Витязевский и Кизилташский лиманы, которые тогда были заливами Чёрного моря (см. рис. 87). Это русло, которое называют Старой Кубанью, оставалось полноводным в античное время и окончательно пересохло лишь в XVIII в. В античное время существовал также сток Кубани в Азовское море, куда она, вероятно, впадала там же, где и сейчас. Другое ответвление этого русла раскрывалось в Ахтанизовский лиман, который мог сообщаться с Азовским морем восточнее с. Пересыпь (античная Тирамба). Если такое сообщение было, то возвышенность станицы Голубицкой с античным поселением была небольшим островом.

Важное историческое значение имело русло, которое начиналось от юго-западной части Ахтанизовского лимана и раскрывалось в Таманский залив сразу к юго-западу от пос. Приморский. О существовании русла в начале I в. н. э. сообщал Страбон [1964]:

При въезде в Корокондамитиду (Корокондамское озеро, как называли тогда Таманский залив) находятся... Фанагория, Кепы, Гермонасса и Апатур — святилище Афродиты. Фанагория и Кепы расположены на упомянутом острове (азиатской части Боспорского царства) при входе в озеро с левой стороны, а остальные города — справа за Гипанисом (Кубанью) в Синдской области.

Итак, Страбон называет азиатскую часть Боспора островом. При этом он не упоминает Старой Кубани. Это можно понять, если иметь в виду, что он оперирует не только географическими, но и политическими понятиями: европейской и азиатской частями Боспорского царства и Синдикой, охватывавшей как южную часть Таманского полуострова, так и район Горгииппии (совр. Анапа) — столицы синдов. Упомянутая протока была судоходной в античное время, но в конце его стала заиливаться, о чём свидетельствуют остатки вала, вероятно возникшего при расчистке русла, вдоль северного берега протоки юго-восточнее пос. Приморский. Позднее русло полностью заилилось, но и сейчас выражено понижением с камышами.

В заиливании протоки, помимо изменений интенсивности стока и обусловленной ими разгрузки обломочного материала, сыграли роль тектонические процессы. От юго-западной окраины Фанагории в направлении 135–145° ЮВ протягивается прямолинейная зона небольших грязевых вулканов длиной >4 км, пересекающая упомянутую протоку. Вулканы сложены глиной с редкими камнями и имеют форму курганов, за которые их прежде и принимали, причём некоторые настолько малы, что выделяются на пашне лишь как слабые возвышения. Отдельные вулканы функционируют до сих пор. На северном склоне протоки на фоне общего слабого уклона поверхности к западу вдоль полосы вулканов протягивается встречный уступ высотой до 0,3–0,4 м. По-видимому, цепь вулканов приурочена к активному разлому, движения по которому частично подпрудили протоку, что, наряду с выносом грязевулканического материала, привело к её заиливанию.

Аналогичную роль могли сыграть движения по Западно-Уташскому разлому в заиливании Старой Кубани. Разлом является шарнирным сбросом или сдвига-сбросом. На юге, между с. Уташ и г. Анапой, поднято восточное крыло разлома [Несмеянов, Измайлов, 1995], а на северном берегу Старой Кубани возле с. Белый поднималось западное крыло, что вызывало разгрузку выносимого Кубанью тонкого обломочного материала.

4.4.5. Вариации амплитуд следов фанагорийской регрессии как отражение неотектонического развития Таманского региона

Новейший структурный план Таманского полуострова возник в результате плиоценовой складчатости, создавшей антиклинальные поднятия, рядом с которыми накапливались речные и прибрежно-морские пески позднего

киммерия и куяльника. В течение четвертичного периода развивались пологие поднятия, в общем совпадающие с плиоценовыми антиклиналями, и депрессии, к которым сейчас приурочены лиманы и субаэральные седловины (см. рис. 87). Главной была депрессия Таманского залива и Ахтанизовского лимана, разделявшая северную и южную зоны поднятий полуострова.

Без грязевулканических построек некоторые поднятия достигают высоты 100–135 м. Мощности субаэральных суглинков и супесей на сводах поднятий уменьшается до 1–3 м (мысы Каменный и Панагия) по сравнению с их крыльями и соседними седловинами, где она достигает 10–20 м. На поднятиях уменьшается и количество погребённых почвенных горизонтов. Очевидно, поднятия росли в течение всего плейстоцена. В современных лиманах, Таманском, Бугазско-Кизилташском и Витязевском, зафиксированы погруженные на десятки метров прибрежно-морские отложения, сформировавшиеся в эпохи, когда уровень моря был близок к современному [Островский и др., 1977]. Это позволяет оценить амплитуду плейстоценовых вертикальных движений в 150–200 м.

Более точные данные об интенсивности плейстоценовых и голоценовых вертикальных движений получены путём изучения высоты береговых линий начала среднего и начала позднего плейстоцена, маркируемых соответственно верхнечаудинскими и карангатскими прибрежно-морскими отложениями. В послечаудинское время на фоне продолжавшегося роста отдельных антиклиналей особенно интенсивно воздымалась северная часть полуострова, образующая южное крыло зоны Южно-Азовского разлома [Трифонов, Караханян, 2004]. Здесь подошва чаудинских слоёв находится сейчас на высоте 65–70 м (мыс Каменный) и 55–60 м (мыс Ахиллеон). Она понижается как на юго-восток (до 37 м на мысе Пекла и 20 м севернее пос. За Родину), так и на юго-запад (до 23 м на северной окраине пос. Ильич). В Таманском заливе между Малым Кутом и мысом Тузла чаудинские слои погружены на глубину до 45 м, а в Бугаз-Кизилташском и Витязевском лиманах — до 110 м [Островский и др., 1977]. Таким образом, современное залегание чаудинских слоёв изменяется в пределах Таманского полуострова и соседних лиманов примерно на 190 м, что можно объяснить послечаудинскими вертикальными тектоническими движениями. Наибольшее воздымание испытало азовское побережье полуострова — как раз та его часть, где отсутствуют признаки фанагорийской регрессии.

Возраст карангатской трансгрессии, по уточненной уран-ториевой методике, определен в интервале 125±95 тыс. лет [Арсланов и др., 1983]. В её максимальную фазу уровень Чёрного моря, вероятно, превышал современный на 6–8 м [Фёдоров, 1978]. Карангатские отложения отсутствуют на азовском побережье полуострова. Самым северным является разрез между основанием косы Чушка и мысом Ахиллеон — в той части побережья, где подошва чаудинских слоёв находится на высотах 22–25 м над уровнем моря. Здесь прибрежно-морской карангатский ракушняк (1,5 м) залегает на цоколе высотой 6–7 м [Арсланов и др., 1983]. Южнее карангатские слои представлены в прибрежно-морской и лагунной фациях, распространение которых пока-

зывает, что палеогеографическая обстановка была тогда близка к голоценовой. Подошва карангатских отложений повышается до 7 м (наивысшего уровня карангатского моря), а кровля — до 8–12 м в присводовых частях плиоценовых и четвертичных поднятий. Но карангатские слои понижаются до уровня современного моря и ниже в соседних депрессиях, в частности на берегах лиманов. Очевидно, они испытали тектоническое опускание. Подобные различия отмечены на Керченском полуострове. На его азовском побережье (мысы Казантип и Хрони и разрез возле Чокракского озера) кровля карангатских слоёв поднята на 7–12 м над уровнем моря [Никонов, 1994]. Севернее мыса Казантип карангатские отложения на протяжении первых километров погружаются до глубин 21–25 м, а севернее — до 40 м. Погружение, вероятно, связано с подвижками по Южно-Азовскому разлому.

В Керченском проливе кровля карангатских отложений в фациях, сформировавшихся вблизи береговой линии, сейчас погружена на разную глубину [Никонов, 1994; Фёдоров, 1977]. В северной части, на продолжении поднятия мысов Каменный и Ахиллеон, она находится на отметках $-18\div-30$ м, в центральной части косы Чушка $-12\div-19$ м, а к северо-западу от неё до -50 м. Северо-западнее мыса Тузла, т. е. на продолжении южной части Таманского залива глубина кровли достигает $-40\div-47$ м, а южнее, на шельфе Чёрного моря, $-29\div-36$ м. Вероятно, варьирующее по величине погружение карангатских отложений в проливе определяется сочетанием трёх факторов. Во-первых, это грабенообразное опускание по Правдинскому и другим поперечным разломам Керченско-Таманской области; во-вторых, докарангатский депрессионный рельеф, возникший при формировании русла прадона в той же грабенообразной структуре на более ранней стадии развития; в-третьих, относительное движение продольных поднятий и депрессий Керченско-Таманской области. Размах колебаний современного высотного положения карангатских отложений на Таманском и Керченском полуостровах и в соседних акваториях составляет 50–60 м. Это даёт максимальную скорость движений до 0,5 мм/год.

Таким образом, выявленные по археологическим данным вариации амплитуды фанагорийской регрессии в Керченско-Таманской области наследуют тенденции тектонических движений региона в течение плейстоцена. Казалось бы, эти вариации ставят под сомнение оценку величины фанагорийской регрессии в 5–6 м как эвстатического явления. Однако она основана на данных по разным участкам побережья, в частности Ольвии и соседних поселений, расположенных на склоне тектонически стабильного Украинского щита, и потому представляется достаточно обоснованной.

4.4.6. Природа фанагорийской регрессии

Данные по Средиземному морю и некоторым побережьям Мирового океана показывают, что в «фанагорийское» время уровень моря был на 2–3 м ниже современного, а к середине I тысячелетия н. э. («нимфейское» время) поднял-

ся примерно до современной отметки и, может быть, даже превосшёл её на 0,5 м (см. раздел 4.3). Контраст между уровнями не превысил 3 м, тогда как в Чёрном море регрессия достигала 5 м, а контраст между минимальным «фанагорийским» и максимальным «нимфейским» уровнями — 6 м. Возникает задача объяснить 3-метровую разницу между этими величинами.

Сообщение между Чёрным и Эгейским (Средиземным) морями осуществляется через систему Босфор — Мраморное море — Дарданеллы. Градиент плотностей между более солёными и плотными эгейскими и более пресными и лёгкими черноморскими водами привёл к функционированию в проливах двух разнонаправленных течений: придонного в Чёрное море и более быстрого поверхностного — в Эгейское. Сейчас уровень Чёрного моря несколько выше Эгейского; поверхностное течение имеет скорость до 1,5 м/с и несёт почти вдвое больше воды, так что из Чёрного моря ежегодно выливается ~183 км³ [Свиточ и др., 1998]. Подобные соотношения с вариациями существовали в течение большей части голоцена. Уровень Чёрного моря был выше, чем Эгейского. Но длительного перепада высот в первые десятки метров существовать не могло, поскольку он бы сократился до первых метров в течение десятилетий за счет усиленного стока. Что же касается нижнего противотечения, то его интенсивность могла варьировать. Например, в начале голоцена имел место усиленный приток солёных средиземноморских вод в Черноморский бассейн.

Опираясь на эти факты, проще всего предположить, что во время фанагорийской регрессии уровень Чёрного моря понизился из-за уменьшения речного стока и/или увеличения испарения, что вполне могло случиться при некотором потеплении, которое, вероятно, имело место в I тысячелетии до н. э. и, возможно, продолжалось до I или II в. н. э. В результате сток опреснённых черноморских вод понизился, стал уступать придонному притоку солёных средиземноморских вод, и солёность Чёрного моря должна была возрасти. Но такому объяснению противоречат кислородно-изотопные данные, согласно которым в эпоху фанагорийской регрессии значения $\delta^{18}\text{O}$ были ниже, чем во время нимфейской трансгрессии, что указывает на некоторое опреснение водоёма во время регрессии [Свиточ и др., 1998]. Следовательно, даже при пониженном уровне Чёрного моря в эпоху регрессии он оставался выше средиземноморского, и баланс системы был положительным, что могло достигаться сокращением придонного притока солёных вод.

Такое сокращение можно связать с тектоническим уменьшением сечения Дарданелл и/или Босфора. Оно могло произойти из-за активизации сейсмотектонических процессов. Дарданеллы пересекает зона крупного активного Северо-Эгейского разлома. Здесь имело место несколько землетрясений с $M_s \geq 7,1$, способных вызвать подвижки на несколько метров. Ещё более вероятно подобное тектоническое воздействие в Босфоре. Его южная часть состоит из депрессий, разделённых перемычками, минимальная глубина которых 27,5 м [Свиточ и др., 1998]. Сюда продолжаются разломы, сопряжённые с северным бортом впадины pull-apart Мраморного моря. Об их активности свидетельствуют многочисленные сильные исторические

землетрясения [Трифонов, Караханян, 2004]. Связанные с ними подвижки и оползни, допустимые особенностями геологического строения, могли вызывать изменения рельефа дна и режима придонного течения.

Величина таких деформаций имеет два ограничения. Во-первых, значительное уменьшение сечения проливов привело бы к резкому ускорению стока, что вызвало бы размыв рыхлых донных осадков, мощность которых в отдельных частях пролива достигает десятков метров. Скорее всего, эти осадки накапливались в субаэральных условиях в эпохи падения уровня моря при оледенениях, в частности, в конце плейстоцена [Свиточ и др., 1998]. Поскольку осадки сохранились, значительного ускорения не было. О том же свидетельствует и постоянное беспрепятственное прохождение кораблей через проливы в эпоху фанагорийской регрессии, без чего было бы невозможно успешное развитие греческих городов, экономика которых строилась на торговле с метрополией. Во-вторых, в эту эпоху уменьшение сечения Босфора если имело место, то не сопровождалось его сужением. Согласно сведениям Геродота [1999], в V в. до н. э. ширина Боспора в месте сооружения моста персидским царём Дарием составляла четыре стадии, т. е. ~710 м, а сейчас она — 660 м; ширина Дарданелл в месте переправы персидского царя Ксеркса — семь стадий, т. е. ~1250 м, а сейчас она — 1350 м. Оба значения близки к современным в пределах погрешностей измерений.

С учётом приведённых фактов и соображений предлагаем такое объяснение регрессии. В конце II — начале I тысячелетия до н. э. поднятие, вызванное сейсмотектоническими и сейсмогравитационными деформациями на юге Босфора, привели к уменьшению глубины пролива и сокращению придонного течения солёных средиземноморских вод, что вызвало некоторое опреснение Чёрного моря. В начале греческой колонизации черноморских побережий эти деформации могли создавать затруднения для судоходства, с чем связано появление в мифе об аргонавтах эпизода о блуждающих в проливе Кианейских скалах. Из-за уменьшения притока средиземноморских вод, а также, вероятно, некоторого потепления, приведшего к падению речного стока и усилению испарения, уровень Чёрного моря понизился на 3 м больше, чем Средиземного. Но он оставался (хотя, вероятно, лишь на минимальную величину) выше последнего, поскольку сохранялся медленный поверхностный сток черноморских вод, не препятствовавший судоходству.

Сейсмическая активизация середины I тысячелетия н. э., названная «ранневизантийским пароксизмом», привела к новым деформациям дна пролива, в результате чего приток средиземноморских вод в Чёрное море усилился. Вместе с тем некоторое похолодание могло вызвать уменьшение испарения, повысившее уровень водоёма до отметок выше современных. Наступила нимфейская трансгрессия. Тогда же повысился уровень Средиземного моря — Мирового океана, хотя и на меньшую величину. В дальнейшем разница уровней Чёрного и Средиземного морей уменьшилась до современной.

* * *

Три рассмотренных примера воздействия изменений уровня моря на региональное историческое развитие — Месопотамский потоп; осушение залива Скамандер, где находится легендарная Троя, и фанаторийская регрессия Чёрного моря — различаются набором создавших эти изменения природных процессов.

В возникновении Месопотамского потопа решающую роль сыграли климатические изменения разного ранга. Потоп предварялся и сопровождался быстрым подъёмом уровня Персидского залива (и, очевидно, Мирового океана) на ~20 м. Это событие произошло из-за глобального потепления в эпоху атлантического оптимума. Подъём уровня залива вызвал массовую миграцию населявших его племён. Основной поток мигрантов направился в Южную Месопотамию, где, слившись с местным населением, создал шумерскую культурно-этническую общность. Неизбежность миграции, возможно, явилась источником легенды о потерянном Рае. Потоп был грандиозным наводнением, продолжавшимся 6 или 7 дней. Его непосредственной причиной стал экстремальный по масштабу шторм, при котором непрерывный ливень сочетался с сильным южным ветром, вызвавшим нагон вод Персидского залива, подпрудивших сток Евфрата и Тигра. Из-за чрезвычайно плоского рельефа подъём воды до 15–20 м привёл к затоплению почти всей Южной Месопотамии, что воспринималось её обитателями как всемирное явление. Память о потопе была позднее запечатлена в шумерских текстах и стала достоянием других народов, вступивших вслед за Шумером на путь цивилизации. В изменённом виде легенда о Всемирном потопе вошла в Ветхий Завет, обретя тем самым действительно всемирные известность и значение.

Другие факторы, влиявшие на береговую линию Персидского залива — тектоническое погружение Месопотамского прогиба и его заполнение наносами рек, — стали заметными лишь после того, как прекратился интенсивный эвстатический подъём вод залива как части Мирового океана. Прогиб заполнялся наносами быстрее погружения, в результате чего береговая линия залива стала отступать, и сейчас руины шумерских портовых городов отстоят от берега на 300 км.

В истории образования и последующего осушения залива Скамандер проявилось взаимодействие трёх факторов: эвстатических колебаний уровня моря, тектонически подвижек и обильного выноса обломочного материала р. Скамандер. Это привело к максимуму морской ингрессии ~4 тыс. лет до н. э. и последующему сокращению залива до его полного исчезновения. В результате Троя, возникшая в заливе в первой половине III тысячелетия до н. э. как портовое поселение, оказалась удалённой от моря на 5 км, что не могло не сказаться на историческом значении города.

Фанаторийская регрессия на 5–6 м явилась специфической особенностью Чёрного моря как полусамкнутого водоёма. Её своеобразие состоит в том, что синхронной ей регрессии и последовавшей трансгрессии такого масштаба не зарегистрировано ни в Средиземном море, ни в Мировом океане.

Там изменения уровня моря в указанное время, возможно обусловленные климатическими изменениями, имели ту же направленность, но их амплитуды составили лишь 2–3 м. При этом связь Чёрного моря со Средиземным не прерывалась в эпоху регрессии и сток пресных вод из Чёрного моря в Средиземное продолжался, хотя и уменьшился. Вероятно, причиной превышения на ~3 м амплитуды фанагорийской регрессии над синхронной регрессией Средиземного моря и Мирового океана было существенное сокращение или прекращение донного противотока солёных вод из Средиземного моря в Чёрное из-за сейсмотектонического сокращения глубины Босфора. Последующий сейсмотектонический «византийский пароксизм» восстановил донное противотечение и привёл к нимфейской трансгрессии.

Фанагорийская регрессия сыграла важную роль в древнегреческой колонизации и античной истории населения Причерноморья. Регрессия уменьшила скорость течения в Босфоре, облегчив судоходство по проливу. В эпоху регрессии возникли и активно функционировали греческие поселения и портовые сооружения. Последовавшая нимфейская трансгрессия привела к частичному затоплению поселений, чем способствовала их упадку и могла облегчить падение Боспора от нашествий готов, а затем гуннов. На фанагорийскую регрессию и нимфейскую трансгрессию как явления, общие для всего Черноморского бассейна, накладывались последствия локальных тектонических движений. Для Таманского полуострова наибольшее историческое значение имели их воздействия на береговую линию и гидросеть в устье Кубани, приведшие (наряду с другими факторами) к заиливанию черноморских проток Кубани и превратившие отдельные острова в современный полуостров. В частности, заиливание Ахтанизовско-Приморской протоки Кубани лишило Фанагорию значения важнейшего торгово-перевалочного порта и способствовало её деградации и гибели от нашествия печенегов.

Глава 5

Ритмичность климатических и тектонических изменений как фактор общественного развития

5.1. Короткопериодные вариации

5.1.1. Современные колебания уровня Каспийского моря

Предыстория. В позднем плиоцене и четвертичном периоде Каспийское море испытывало неоднократные трансгрессии и регрессии, амплитуда и продолжительность которых в целом уменьшалась со временем [Корреляция..., 1985; Свиточ, Янина, 1997; Свиточ и др., 1998; Леонов и др., 1998; Каплин, Селиванов, 1999]. При всём разнообразии мнений учёные сходятся в том, что они определялись тем или иным сочетанием климатических изменений и тектонических воздействий. На фоне затухания колебаний аномальной выглядит раннехвалынская трансгрессия, когда уровень моря поднялся до отметок $+48 \div +50$ м и происходил сток каспийских вод через Маньчский пролив в Чёрное море. Уран-иониевые, термолюминисцентные и радиоуглеродные определения возраста трансгрессии дали большой разброс, но наибольшее доверие вызывает оценка её возраста в интервале 30–13 тыс. лет назад [Каплин, Селиванов, 1999]. По данным Ю. А. Лаврушина, максимум трансгрессии имел место 15,5–14 тыс. лет назад, т. е. пришёлся на самое начало дегляциации. Это делает сомнительным объяснение столь большой трансгрессии только притоком талых вод при резко пониженном испарении и требует привлечения тектонического фактора, на участие которого могут указывать активизация движений и структурные перестройки этого времени в соседних сегментах Альпийско-Гималайского орогенического пояса, в том числе и рядом с Южным Каспием [Трифонов, 1983].

За раннехвалынской трансгрессией 13–11 тыс. лет назад последовала енотаевская регрессия с падением уровня моря до отметок -64 м [Варущенко и др., 1987] или -45 м [Свиточ, Янина, 1997; Свиточ и др., 1998], а за ней ~ 11 –9 тыс. лет назад — позднехвалынская трансгрессия с подъёмом уровня до $0 \div -2$ м. После этого, ~ 10 –8 тыс. лет назад, имела место мангышлакская регрессия, по амплитуде падения уровня близкая к енотаевской. По мнению С. И. Варущенко и его соавторов [1987], енотаевскую регрессию можно объяснить резким сокращением стока вод бассейна Волги, начинавшихся в сухих перигляциальных областях поздневалдайского оледенения, а позднехвалынскую трансгрессию связать с возрастанием стока по этим рекам за счёт дегляциации и спуска талых вод в условиях холодного климата и соответственно малых потерь на испарение. Мангышлакскую регрессию в таком

случае можно было бы объяснить потеплением и возрастанием испарения. Однако и эти изменения уровня Каспия нельзя связывать только с климатическими факторами, поскольку высота хвалыньских террас на побережьях Каспия испытывает значительные колебания, отчасти из-за тектонических перемещений [Фёдоров, 1978, 1994]. Наиболее убедительны доказательства их тектонической природы в Юго-Западной Туркмении, где непрерывным прослеживанием береговых валов максимальной хвалыньской трансгрессии установлены их складчатые изгибы — колебания высоты «морских» подножий валов от $+45 \div 50$ м до $+25 \div 30$ и $+80$ м [Иванова, Трифонов, 1976; Трифонов, 1983].

7,8 тыс. лет назад уровень Каспия начал повышаться (новокаспийская трансгрессия). В среднем он стал близок к современному, но на отдельных стадиях атлантического оптимума достигал -20 м и испытывал колебания, уступавшие предшествовавшим [Варущенко и др., 1987; Клиге и др., 1998]. Наиболее обоснованы эти колебания для исторического времени. Так, г. Итиль возник в дельте р. Волги в первой половине VIII в. как столица Хазарского каганата. Согласно сохранившимся описаниям, город состоял из замка кагана, расположенного на острове, и собственно города, протянувшегося вдоль реки на 6 км. В городе жило до 10 тыс. человек. Замок соединялся с городом плавучими мостами. Город был разрушен в результате похода русского князя Святослава в 965–966 гг. В конце 970-х годов хазары вернулись в Итиль и частично восстановили город. Но в конце X в. князь Владимир вторично сокрушил хазар и наложил на них дань. После этого Итиль утерял своё значение. Последнее упоминание о нём относится к XII в. как о городе гузов и половцев. Несмотря на сведения о местоположении и больших размерах Итиля, он так и не найден. Л. Н. Гумилёв [19666] высказал мысль, что город был построен в пору регрессии Каспия, а затем, как и плодородные земли каганата (рис. 88), был затоплен и перекрыт наносами Волги. Сейчас эта версия представляется наиболее убедительной.

Доказательством регрессии Каспия в эпоху возникновения и существования Итиля могут служить средневековые сооружения г. Дербента. Будучи северным персидским форпостом, город подвергался набегам тюрк-кочевников, проникавших через эти «Каспийские ворота» на юг в закавказские провинции Персии — Албанию и Армению. Для защиты «ворот» в середине VI в. при шахе Хосрове в Дербенте были построены из камня крепость в начале горного склона, а от неё до моря — стена. Сейчас часть стены уходит под воду, а её основание расположено в нескольких метрах ниже уровня моря.

Доказательства той же регрессии и последующей трансгрессии Каспия найдены и на территории г. Баку [Бретаницкий, 1970]. В западной части Бакинской бухты недалеко от берега находится небольшой остров. На нём и рядом под водой сохранились остатки средневековых сооружений. Именно о них русский путешественник И. Берёзин писал в 1849 г.: «Чудо неслыханное, диво невиданное составляют здания, как будто только вчера опустившиеся на дно гавани». Постройка на острове оказалась ханегой, мусуль-

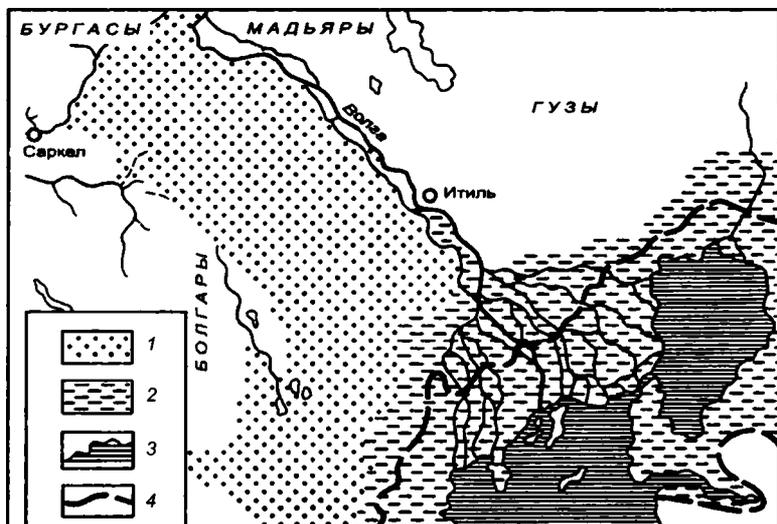


Рис. 88. Волжская Хазария VI–XIII вв. [Гумилёв, 1966б]

1 — хазарские степи; 2 — земли, затопленные морем в XIII в.; 3 — берег моря в VI в.; 4 — современный (на 1966 г.) берег моря

манским странноприимным домом, сооружённым в 1234–1235 гг., однако найденные рядом декоративно-архитектурные детали позволяют предполагать существование на том же месте более раннего здания. Очевидно, оно, как и позднейшая ханега, было построено на суше, единой с соседним берегом. Позднее сооружения оказались затопленными. В связи с падением уровня моря в XX в. они частично вновь выступили на поверхность.

Более определённые сведения даёт Бакинская крепость [Бретаницкий, 1970]. Она была сооружена на суше вблизи берега. Арабский путешественник Абд ар-Рашид сообщил в начале XV в. о двух крепостных стенах, ближайших к берегу. В первой половине XIII в. они выдержали монгольскую осаду, но во времена Абд ар-Рашида оказались погружёнными в море, образуя корабельную стоянку, укрытую от непогоды. Подъём уровня произошёл быстро. Итальянский географ Марино Сануто писал про Каспий в 1320 г.: «Море каждый год прибавляет на одну ладонь и уже многие хорошие города затоплены». Высокое стояние уровня сохранялось в последующие столетия. Немецкий естествоиспытатель Э. Кемпфер сообщил в 1683 г.: «Рейд отмечают двойные стены города, обращённые и протянутые ещё дальше в море и как бы параллельные берегу». Очевидно, речь идёт о стенах, упомянутых выше. Ситуация хорошо видна на гравюре Э. Кэмпфера 1683 г.

и повторяется в общих чертах на рисунке С. Гмелина 1769 г. Позднее море отступило от старого города. Между ним и берегом были сооружены приморский бульвар и проспект Нефтяников. Новый подъём уровня моря, начавшийся в 1978 г., частично затопил их.

Анализ исторических, археологических и геолого-геоморфологических данных позволил реконструировать колебания уровня Каспия в последние 2700 лет. В VII–VI вв. до н. э. он приближался к отметке -20 м [Клиге и др., 1998], но в III–I вв. до н. э. понизился до $-31 \div -33$ м [Каплин, Селиванов, 1999]. Затем уровень повысился до современных отметок, но с начала V в. вновь начал понижаться и в VI–VII вв. достиг отметок $-30 \div -35$ м. Со второй половины XII в. начался подъём уровня, который к началу XIX в. достиг -25 м, а возможно, $-21 \div -22$ м [Рычагов, 1993]. Амплитуда подъёма составила $8-9$ м. Затем последовало понижение уровня, сменившееся в последние десятилетия его подъёмом.

Роль климатических изменений в современных колебаниях уровня Каспия. С конца 30-х годов XIX в. наблюдениями на водомерных постах фиксируются высокочастотные вариации уровня Каспийского моря [Варущенко и др., 1987; Лиlienберг, 1994; Клиге и др., 1998; Татевян, 1998]. До 1930 г., т. е. в течение почти 100 лет, он колебался между $-26,6$ и $-25,6$ м (рис. 89, А). Периоды колебаний измерялись годами, достигая изредка 10 лет. В 1930–1940 гг. происходило непрерывное падение уровня до отметки $-27,9$ м. В 1941–1976 гг. он продолжал медленно понижаться до $-28,8$ м с колебаниями амплитудой до $0,4$ м. С 1978 г. начался быстрый, хотя и изменявшийся по скорости подъём уровня, в итоге которого к концу 1992 г. он достиг отметки $-27,05$ м, а к концу 1997 г. $-26,5$ м, т. е. почти сравнялся с отметками начала века. В 1998 г. отмечено некоторое падение уровня, однако пока неясно, отражает ли оно изменение генеральной тенденции или частную флуктуацию, поскольку в 1999 г. зафиксирован подъём уровня на $0,05$ м.

Воздействие, которое оказывают высокочастотные вариации на побережья и функционирование береговых сооружений, представляет собой экологическую проблему. Для её решения анализировались изменения водного баланса Каспия, определяемого изменениями погодно-климатических условий [Шинкломанов, 1976; Каспийское море, 1986; Варущенко и др., 1987; Клиге и др., 1998; Каплин, Селиванов, 1999; Глобальные изменения..., 2000]. Учитывался в таких расчётах и разбор воды питающих рек, прежде всего бассейна Волги, на орошение и другие технические нужды, который стал ощутимым после 1940 г. и к концу 1970-х годов мог понизить уровень на величину до $0,8-1$ м.

Сделанное в указанных и других публикациях обоснование климатических воздействий на уровень Каспия избавляет от необходимости их подробного рассмотрения. Отметим лишь, что крупные колебания уровня в последние 2500 лет повторяли с опозданием общие климатические изменения в Северном полушарии Старого света (см. раздел 3.4). За эпохами потепле-

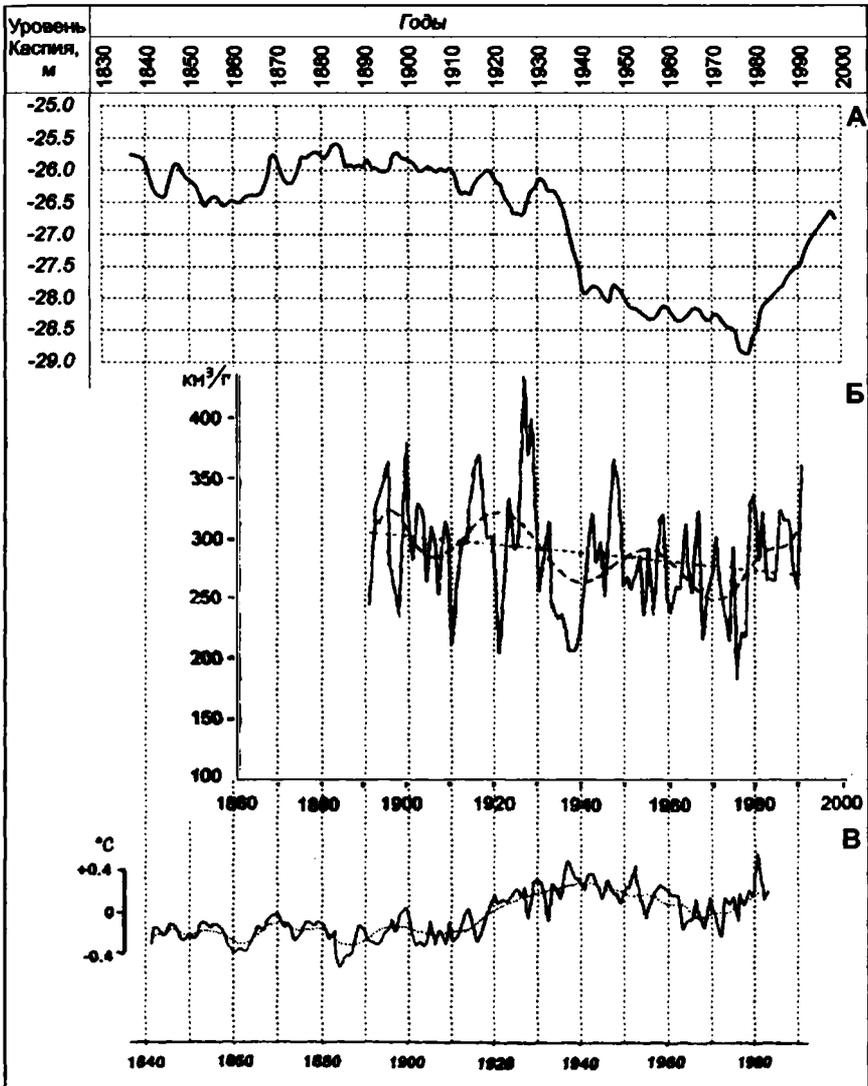


Рис. 89. Кривая колебаний уровня Каспийского моря с 1838 по 1998 г. [Лиуиенберг, 1994; Татевян, 1998] (А) в сопоставлении с вариациями стока р. Волги [Клиге и др., 2000] (Б) и аномалиями среднегодовых температур воздуха в Северном полушарии [Каплин, Селиванов, 1999] (В)

ния в умеренных широтах и относительного увлажнения в областях степей, пустынь и субтропиков Средиземноморья, Среднего Востока и Центральной Азии (вторая половина I тыс. до н. э. — III в. н. э. и VIII–XV вв.) следовали стадии подъёма уровня Каспия в I в. до н. э. — V в. н. э. и XII–XVIII вв., а за эпохами похолодания в умеренных широтах и аридизации в более южных регионах (IV–VIII и XVI–XIX вв.) следовали понижения уровня Каспия в V–XII и XIX–XX вв. Это может объясняться разными воздействиями климатических изменений на сток речных систем, питавших Каспий, и его испарение, поскольку области питания и испарения находятся в разных широтах.

Наиболее подробно изучен водный баланс Каспия в XX в. Среди составляющих его прихода основная роль (65–70%) принадлежит стоку Волги, остальное приходится на сток других рек (10–15%) и атмосферные осадки (<20%). Расход определяется испарением, которое на ~95% происходит с основной поверхности моря, а остальное — с зал. Кара-Богаз-Гол, который в конце XX в. подвергся существенным техногенным изменениям. Изменения баланса, приводившие к колебаниям уровня Каспия, определялись вариациями перечисленных факторов. Так, за последнее столетие среднее квадратичное отклонение годовых значений от среднего составило для стока Волги 18%, стока других рек ~30%, атмосферных осадков — 20%, испарения с основной поверхности моря — 9% и стока в Кара-Богаз-Гол — 60% [Гетман, 2000]. Рассчитанные по этим вариациям изменения водной массы и уровня Каспия согласуются в первом приближении с измеренными колебаниями. Выявлена корреляция этих колебаний с вариациями стока Волги (рис. 89, Б) [Клиге и др., 2000]; наметилась корреляция с аномалиями среднегодовой температуры воздуха в Северном полушарии (см. рис. 89, В) [Каплин, Селиванов, 1999].

Но обнаружился ряд отклонений, иногда существенных. В частности, не находит исчерпывающего объяснения быстрота и длительная непрерывность подъёма уровня в 1978–1997 гг. К этому добавим погрешности в определении водного баланса. Если сток рек измерялся относительно точно, то величина испарения рассчитывалась по косвенным характеристикам (облачность, температуры воздуха, воды и др.). Результаты расчётов средних значений испарения, полученные разными методами, расходятся на >10%, а их изменения — ещё больше [Гетман, 2000]. Произвольны оценки подземного стока, принимаемые за 5% от стока Волги. Таким образом, значительная и, возможно, ведущая роль изменений водного баланса в колебаниях уровня Каспия несомненна, но не является исчерпывающей, оставляя широкое поле для вклада тектонических процессов.

На их возможное участие в колебаниях уровня исторического времени указывает уже тот факт, что моменты изменений режима колебаний (смена преобладания подъёма или понижения) совпадали с сильнейшими землетрясениями региона [Трифонов, Караханян, 2004]. Примером локальных тектонических движений является аномальное поведение Бакинского водомерного репера, который с 1860 г. опустился на 0,5 м по сравнению с други-

ми реперами [Леонов и др., 1998]. Д. А. Лиlienберг [1994], по данным повторных геодезических наблюдений в смежных с Каспием регионах, выявил изменения их режима, близкие по времени к 1978 г., когда понижение уровня моря сменилось его подъёмом. Однако эти данные дают лишь косвенное представление о современной тектонической активности самой акватории. Важнейший источник информации о ней, соизмеримый дискретностью проявлений с колебаниями уровня моря, — сейсмичность.

Была исследована связь колебаний уровня моря с деформационными процессами в активно развивающихся новейших структурах региона, отражёнными в изменениях параметров сейсмичности: распределении эпицентров в пространстве и во времени, вариациях глубин гипоцентров, количестве выделенной сейсмической энергии и механизмах очагов землетрясений [Иванова, Трифонов, 2002]. Анализ проводился на основе выборки за 1835–1990 гг. из Специализированного каталога землетрясений Северной Евразии [1994], составленного в ОИФЗ РАН, и Кадастра землетрясений Ирана [Moinfar et al., 1994], дополненных для периода до 1999 г. сведениями из Каталога NEIC. Полученные выборки были объединены и содержали более 1200 событий.

Для сопоставления было рассчитано суммарное выделение сейсмической энергии по годам. При этом использовалась формула Т. Г. Раутиан: $\lg E(\text{Дж}) = 4 + 1,8M$. Тот факт, что формула завышает энергию сильнейших землетрясений, в данном случае не имел значения, так как важны не абсолютные, а относительные величины выделенной энергии. Величины сейсмической энергии рассчитывались для отдельных сейсотектонических провинций. Результаты их сопоставления с уровнем Каспия интерпретировались, исходя из того, что выделенная сейсмическая энергия является лишь частью энергии тектонических процессов и не отражает полностью их деформационного эффекта.

Сейсотектонические провинции Каспийского региона. Выделение сейсотектонических провинций основывалось на строении земной коры [Артюшков, 1993; Краснопевцева, 1984], особенностях плиоцен-четвертичного тектонического развития [Антипов и др., 1996; Копп, 1997; Леонов и др., 1998; Милановский, 1968; Расцветаев, 1973], рисунке и кинематике активных разломов [Трифонов, 1983; Трифонов и др., 1986], а также положении очаговых зон землетрясений и динамике их активизации за рассматриваемый период. Хотя эти критерии содержат геодинамическую информацию за разные отрезки времени, они генетически связаны и определяют современное тектоническое развитие. Важнейшим критерием явились очаговые зоны землетрясений, которые приурочены к границам новейших структур, характеризующимся высокими градиентами параметров глубинного строения и контрастами новейших движений.

Северный Каспий не рассматривался из-за почти полного отсутствия землетрясений и вялости других проявлений молодой тектоники. Исследованная территория, ограниченная координатами $36,5^{\circ}$ – 44° с.ш. и $47,5^{\circ}$ – $54,5^{\circ}$ в.д.

с небольшим расширением на ЮВ (рис. 90), охватывает части эпипалеозойской Скифско-Туранской плиты, в разной степени переработанные альпийскими движениями, и собственно альпийские структуры. К первым относятся Средний Каспий, соседние побережья и восточная часть впадины Южного Каспия (провинции I, II и VII), а ко вторым — западная и южная части Южно-Каспийской впадины и её обрамления (провинции III–VI).

Провинция I представляет собой контрастное сочетание горных сооружений восточной окраины Дагестанского клина и Юго-Восточного Кавказа с Дербентским прогибом западной части Среднего Каспия. Их формирование происходило в плиоцен-четвертичное время и сопровождалось перерождением эпипалеозойской коры обеих структур (рис. 91, 1, 2). В Дербентском прогибе максимальная мощность чехла превышает 14 км, а плиоцен-четвертичного комплекса — 5 км, причём особенно интенсивное прогибание началось в конце плиоцена и продолжается до сих пор, оставаясь не скомпенсированным осадконакоплением [Леонов и др., 1998]. Основная очаговая зона землетрясений, среди которых были события с M_s до 6,3 и глубинами гипоцентров до 110 км, протягивается вдоль юго-западного склона Дербентского прогиба.

Большая часть провинции II, охватывающей восточную часть Среднего Каспия и его побережья, слабо дифференцирована новейшими движениями. В южной части находится Карабогазский свод, где мощность осадочного чехла резко сокращена, а кора утонена (см. рис. 91, 3). Отмечая наличие положительной гравитационной аномалии, Р. Г. Гарецкий [1972] связывает образование свода с разуплотнением верхов мантии. Вдоль южного края свода проходят Северобалханская и Южнобалханская зоны разломов с Большим Балханом между ними. Здесь, на границе с Западно-Туркменской впадиной, наиболее резко изменяются мощность осадочного чехла и свойства коры. В этой области тектонического контраста расположена Красноводско-Большебалханская зона землетрясений с тремя скоплениями эпицентров. К восточному из них приурочены сильнейшие землетрясения — Казанджикское 1946 г. ($M_s = 7$) и Большебалханское 2000 г. ($M_s = 7,4$).

В пределах провинции VII кристаллическая часть коры Западно-Туркменской низменности, сходная с корой Туранской плиты, сокращается к западу до 15–20 км под восточной частью Южного Каспия (см. рис. 91, 4). Осадочный чехол имеет умеренную мощность и деформирован слабо. На юге мощность чехла нарастает, и он слагает Горганский прогиб перед фронтом позднекайнозойских поднятий Аладага и Восточного Эльбурса, в которых признаки поперечного укорочения сочетаются с продольными левыми сдвигами. К области тектонического контраста между прогибом и поднятиями приурочено большинство землетрясений провинции, в том числе события с $M_s \geq 6$.

Провинция VI (Нижнекуринская впадина) по мощности коры и строению её кристаллической части [Краснопевцева, 1984] в значительной мере сходна с провинцией VII (см. рис. 91, 6). Впадина сложена плиоцен-четвертичными осадками, достигающими мощности 3 км и перекрывающими на севере образования южного склона Паратетиса, а на юге структуры Малого

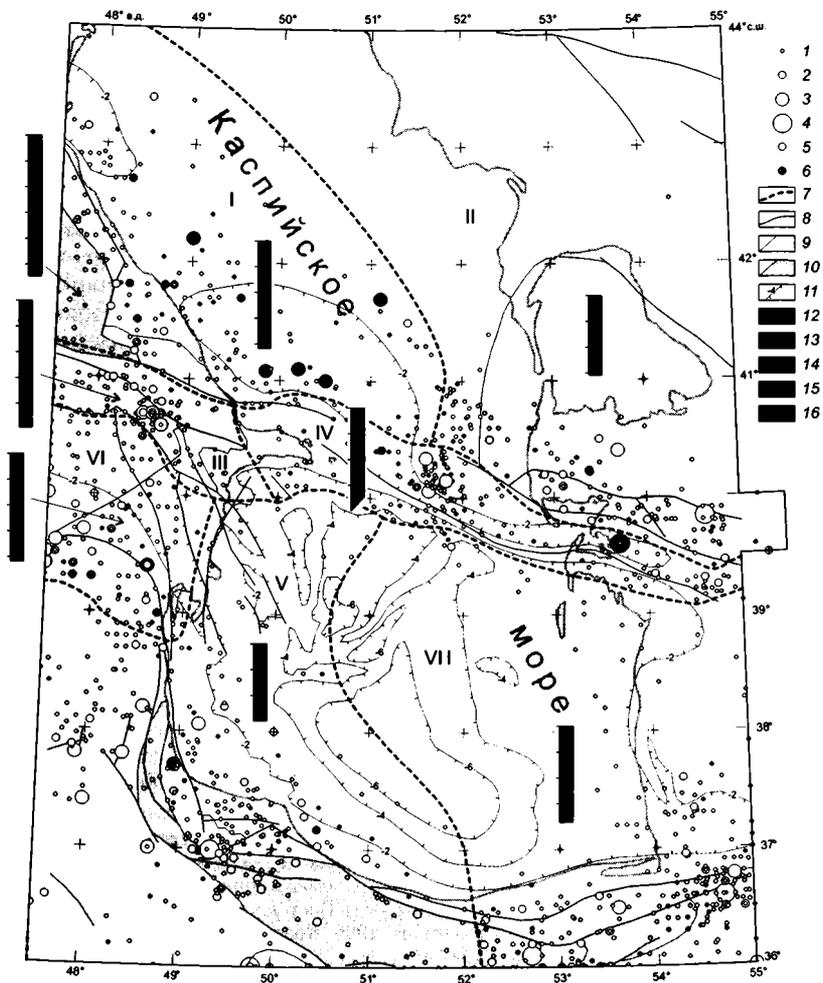


Рис. 90. Сейсмотектонические провинции I–VII и эпицентры землетрясений Каспийского региона [Иванова, Трифионов, 2002]

1–4 – магнитуды землетрясений M_S : 1 – <5, 2 – 5–5,9, 3 – 6–6,9, 4 – >7; 5, 6 – глубина гипоцентров: 5 – <33 км; 6 – >33 км; 7 – граница провинций; 8 – новейший разлом; 9–11 – области с разным режимом плиоцен–четвертичных вертикальных движений: 9 – умеренного воздымания, 10 – интенсивного воздымания, 11 – опускания (изолиниями показаны мощности верхнеплиоцен–четвертичных отложений, км); 12–16 – разрез земной коры: 12 – фундамент, 13 – волновод в фундаменте, 14 – юрско–нижнемеловой вулканогенный комплекс, 15 – осадочный чехол или его доплиоценовая часть, 16 – плиоцен–четвертичная часть чехла

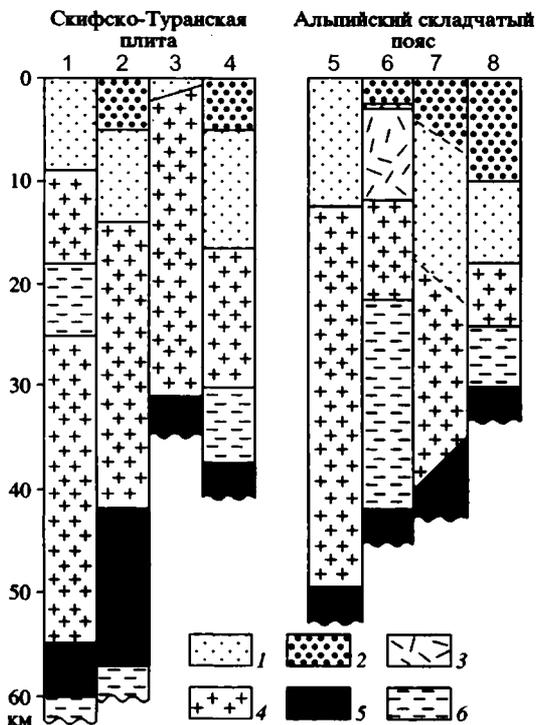


Рис. 91. Схематические глубинные разрезы провинций Каспийского региона

1 – осадочный чехол или его доплиоценовая часть; 2 – плиоцен-четвертичная часть чехла; 3 – юрско-нижнемеловой вулканогенный комплекс; 4 – кристаллическая часть земной коры; 5 – верхняя мантия; 6 – коровые и верхнемантийные волноводы. Цифры над разрезами. 1, 2 – провинция I: 1 – прибрежная часть Восточного Кавказа [Краснопевцева, 1984]; 2 – Дербентский прогиб [Антипов и др., 1996; Краснопевцева, 1984; Леонов и др., 1998]; 3 – провинция II, Карабогазский свод [Гарешкий, 1972]; 4 – провинция VII, восточное побережье Южного Каспия [Антипов и др., 1996; Артюшков, 1993; Леонов и др., 1998]; 5 – провинция III, зона Южного склона Большого Кавказа [Краснопевцева, 1984]; 6 – провинция VI, Нижнекуришская впадина [Краснопевцева, 1984]; 7 – провинция IV, Апшеронский порог [Антипов и др., 1996; Голинский и др., 1989]; 8 – провинция V, западная часть Южного Каспия [Артюшков, 1993]

Кавказа – Талышской дуги. В Саатлинской глубокой (8 км) скважине, заложенной в южной части впадины, вскрыты 2,5 км осадков верхнего миоцена – квартера, трансгрессивно залегающих на верхнемеловых карбонатах, которые на глубине 3 км сменяются вулканогенными породами нижнего

мела — юры островодужного типа (ветвь Сомхето-Кафанской зоны?). Слабые землетрясения многочисленны во всей провинции, но главная очаговая зона, где происходили более сильные и все глубокие (нижнекоровые) землетрясения, приурочена к отмеченной активными разломами (см. рис. 7) границе впадины с поднятием Тальшской дуги [Трифонов, 1999].

Провинция V, охватывающая западную и южную части Южного Каспия, Тальш и часть Западного Эльбурса, отличается наибольшей сложностью и контрастностью позднекайнозойских движений. Западная часть Южного Каспия представляет собой глубокую, нескомпенсированную впадину с утонённой до 8–10 км кристаллической частью коры (см. рис. 91, 8). Здесь накопилось до 20 км осадков [Артюшков, 1993; Леонов и др., 1998]. Не менее половины их приходится на плиоцен-четвертичные отложения, а мощность лишь верхнеплиоцен-четвертичного комплекса местами превышает 6 км. Наибольшие современные глубины моря достигают 1 км. Осадочный чехол впадины нарушен молодыми антиклиналями с проявлениями глиняного диапиризма и грязевого вулканизма. От менее прогнутой Нижнекуруинской впадины её отделяют крутые разломы, выражением которых являются молодые сбросы, протягивающиеся вдоль побережья.

В новейшей структуре простирающегося на ЗСЗ Западного Эльбурса плиоцен-четвертичные складчатые деформации и молодые взбросо-надвиги сочетаются с продольными левосдвиговыми смещениями [Berberian et al., 1992; Трифонов, 1999]. На западе Эльбурс торцом сочленяется с восточным флангом Тальшской дуги, где взбросы и другие проявления поперечного сжатия сочетаются с продольным правым сдвигом. При таком различии Западный Эльбурс и Тальш сходны как в формационном отношении, так и по роли в новейшем структуре, образуя горное обрамление Южно-Каспийской впадины. К пограничной области между горами и впадиной, охватывающей часть шельфа и побережье, приурочено большинство сильных землетрясений провинции. Менее протяжённые очаговые зоны связаны с активными разломами Ардебиля и Эльбурса. Сильнейшим там было Рудбарское землетрясение 1990 г. ($M_s = 7,4$).

Провинции III и IV целиком являются высокоградиентными зонами на границах крупных новейших структур. В провинции III (зона Южного склона Большого Кавказа) этот контраст на границе с провинцией I предопределен отложением более глубоководных фаций позднего мезозоя, палеогена и раннего миоцена, формировавшихся на относительно тонкой коре Паратетиса. В позднем кайнозое контраст усилился пограничным положением зоны между Кавказом и Нижнекуруинской впадиной и выразился формированием южновергентных складок и надвигов, приведшим к утолщению коры [Краснопевцева, 1984] (см. рис. 91, 5). Вблизи Южного Каспия складки становятся более изометричными и протягиваются в пределы акватории вдоль активных взбросов и правых взбросо-сдвигов. Проявления позднечетвертичной активности наиболее выразительны в Карамарьянской гряде и зоне Аджичайского (Сальян-Ленгибизского) разлома (см. раздел 1.2.3). Слабые землетрясения рассеяны во всей зоне, но выде-

ляется Шемахинский очаг, где сильнейшим было событие 1902 г. ($M_S = 6,9$).

Зона Апшеронского порога (провинция IV) находится над флексурно-разломной зоной фундамента, отделяющей Средний Каспий с его эпипалеозойской континентальной корой от Южно-Каспийской впадины. Порог образован полосой позднеплиоцен-четвертичных конседиментационных поднятий, продолжающихся на восток Исак-Челекенской антиклинальной зоной. На севере порог ограничен узким Северо-Апшеронским прогибом, смыкающимся на западе с Дербентским и продолжающимся в Туркмению Келькорским прогибами. Контрастное строение провинции, приуроченной к глубинному тектоническому уступу, подчеркивается протягивающейся вдоль неё эшелонированно построенной зоной активных разломов (см. рис. 7), кулисно подстилающейся на востоке Главным Копетдагским разломом и на западе — продолжением Главного Кавказского взброса. Кинематика этих разломов изменяется в пределах Каспия. Если на Юго-Восточном Кавказе они являются взбросами и, по данным М. Л. Коппа [1997], могут иметь левосдвиговую компоненту смещений, то в туркменской части системы выявлены правосдвиговые смещения, намного превышающие взбросовую компоненту [Расцветаев, 1973; Трифионов, 1983; Трифионов и др., 1986]. При большом числе слабых землетрясений в провинции IV произошло сильнейшее во всём регионе Красноводское землетрясение 1895 г. ($M_S = 7,9$; глубина гипоцентра 55 км), очаг которого располагался на востоке провинции. Кроме него, обособляется Центрально-Каспийский очаг, где события 1986 и 1989 гг. имели $M_S \geq 6$. Их гипоцентры находились ниже земной коры или в её подошве.

Итак, во всех провинциях крупнейшие очаги землетрясений приурочены к областям неотектонических контрастов, что свидетельствует о современных дифференцированных движениях. В провинциях I, III, VI и VII сейсмичность концентрируется в бортовых частях Дербентского и Горганского прогибов и Нижнекуруинской впадины, вероятно отражая их продолжающееся прогибание, а в провинциях II, IV и V приурочена к склонам горных сооружений (прибрежные склоны Эльбурса и Талыша, Апшеронский порог, юг Карабогасского свода), подчеркивая их поднятие. Эти различия оказались существенными при оценке связи колебаний уровня Каспия с вариациями сейсмичности провинций.

Сейсмичность Каспийского региона и колебания уровня Каспия. Основной вклад в количество выделенной сейсмической энергии вносят сильнейшие землетрясения. Больше всего их произошло в очаговых областях по краям Южно-Каспийской впадины и в её горном обрамлении. Всего в рассматриваемом регионе (см. рис. 90) зарегистрировано шесть землетрясений с $M_S \geq 7$; семь — с $M_S = 6,5-6,9$; 20 — с $M_S = 6,0-6,4$. После всех землетрясений с $M_S \geq 6,5$, характеризующихся наибольшими размерами очагов и зон структурного воздействия, отмечен подъём уровня моря (или замедление его понижения), хотя при землетрясении Буйин-Зара 1962 г. ($M_S = 7,2$), наиболее удалённом от Каспия, этот подъём отстал от сейсмического события на 1 год.

Так, за Красноводским землетрясением 1895 г. с $M_S = 7,9$ следовал подъём уровня на 30 см, за Казанджикским 1946 г. с $M_S = 7,0$ — на 20 см, за Горганским 1890 г. с $M_S = 7,2$ — на 10 см. Подъём уровня на 8 см имел место через несколько месяцев после Шемахинского землетрясения 1902 г. с $M_S = 6,9$, а Рудбарское землетрясение 1990 г. с $M_S = 7,4$ сопровождалось ускорением подъёма. Среди событий с $M_S = 6,0$ – $6,4$ и меньшими размерами очагов совпадение с подъёмом уровня показали лишь землетрясения с эпицентрами в море или близко от берега, тогда как среди удалённых от Каспия землетрясений совпадение обнаружилось лишь для 60 % событий.

Такой эффект сильнейших землетрясений, отмеченный в Каспийском регионе и другими исследователями [Шило, Кривошей, 1989; Уломов и др., 1999], можно считать результатом остаточной сейсмической деформации (разуплотнения) на дне моря, возможно, дополняемой быстрым поступлением в водоём подземных вод. Подобный деформационный эффект подтверждают повторные геодезические наблюдения в областях сильнейших землетрясений [Певнев, 2003]. Подъём уровня моря на 8–30 см, который имел место при землетрясениях с магнитудами ~ 7 и более, вполне соизмерим с деформационным эффектом Спитакского землетрясения 1988 г. ($M_S = 7$), где, по данным повторных геодезических наблюдений, северное крыло сейсмогенного разрыва поднялось на десятки сантиметров на площади ~ 1000 км² [Бальян и др., 1989]. Если бы область такой деформации находилась на дне Каспия, она бы вызвала подъём его уровня на 8–10 см. У более слабых землетрясений площадь очага меньше и соответственно деформационное воздействие на уровень моря существенно слабее. Так, площадь очага землетрясения 6 марта 1986 г. в Апшеронском порог ($M_S = 6,3$) всего 410 км² [Голинский и др., 1989].

Итак, непосредственное воздействие сильных землетрясений могло вызывать сравнительно малоамплитудные и непродолжительные изменения уровня моря. Однако землетрясения и количество выделенной ими сейсмической энергии являются лишь частичным отражением деформационного эффекта современных тектонических процессов. В областях с разным геологическим строением вклад сейсмогенных подвижек в тектонические движения различен. Для Центрального и Северного Ирана с мощной консолидированной частью коры он $>50\%$ [Jackson, McKenzie, 1988]. Подобная оценка может быть принята для восточного побережья Каспия, т. е. провинций II и отчасти VII. В глубоких осадочных бассейнах типа Месопотамского прогиба и Внешнего Загроса, к которым по многим признакам близки Дербентский прогиб и впадина Южного Каспия, рассчитанный вклад $<10\%$. В низах коры и верхах мантии он, вероятно, ещё меньше. С учётом этого роль тектоники в изменении формы водоёма и соответственно уровня Каспия представляется гораздо более значительной.

Чтобы оценить связь колебаний уровня Каспия с вариациями сейсмичности провинций, мы, опираясь на имеющийся опыт [Голубов, 1994], в первую очередь определили число землетрясений с $M_S \geq 4,9$ в каждой из провинций в течение семи стадий изменения уровня моря (без учёта его мелких колебаний). Это стадии спада до 1853 г., подъёма в 1854–1883 гг.,

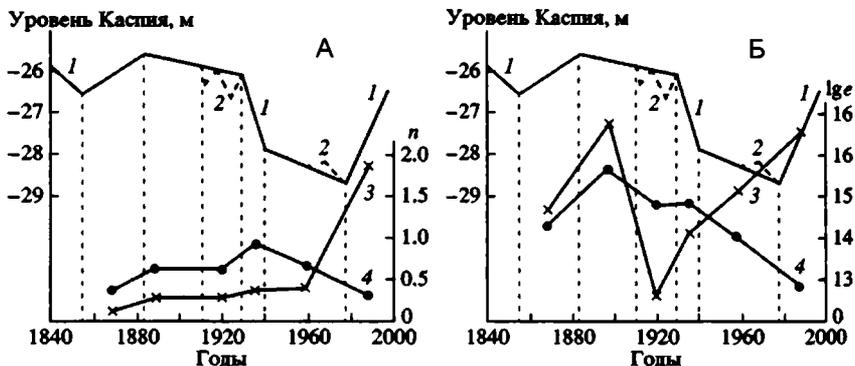


Рис. 92. Сопоставление стадий изменения уровня Каспия с числом произошедших землетрясений с $M_s \geq 4,9$ (А) и средним ежегодным выделением сейсмической энергии в эти стадии (Б) [Иванова, Трифионов, 2002]

Линии на графиках: 1 – обобщающая линия изменений уровня Каспия по стадиям; 2 – наиболее значительные колебания уровня внутри стадий; 3, 4 – число землетрясений (n) и логарифм ежегодного среднего количества выделенной сейсмической энергии ($\lg e$, Дж) в течение каждой стадии: 3 – в провинциях II, IV и V, 4 – в провинциях I, III, VI и VII

почти стабильного положения в 1884–1910 гг., значительных колебаний на фоне слабого спада в 1911–1929 гг., непрерывного быстрого понижения в 1930–1940 гг., колебаний на фоне общего слабого понижения в 1941–1977 гг. и непрерывного интенсивного подъёма в 1978–1997 гг. По тенденции изменения числа землетрясений провинции объединились в две группы (рис. 92, А). В провинциях I, III, VI и VII наибольшее число землетрясений в год пришлось на стадию падения уровня в 1930–1940 гг., а в провинциях IV, V и II – на стадию его подъёма в 1978–1997 гг. Возникла необходимость проверить это различие с использованием более строгого показателя.

В качестве такого показателя была выбрана удельная сейсмическая энергия (сейсмическая мощность), т. е. средняя величина энергии, выделенной землетрясениями в год. Были определены величины сейсмической мощности каждой провинции в течение упомянутых стадий изменения уровня Каспия. Максимальная сейсмическая мощность характеризует 1884–1910 гг. – стадию стабильного стояния моря на наивысших отметках. По особенностям дальнейшей активизации провинции разделились на две группы. Первую группу составили Дербентская, Нижнекуринская и Горганская впадины и зона Южного склона Кавказа (провинции I, III, VI, VII), а вторую группу – юг Карабогазского свода, Апшеронский порог, Талыш-Эльбурское побережье и прилегающая часть акватории Южного Каспия (провин-

ции II, IV, V). Как видно на рис. 92, Б, в стадию короткопериодных колебаний уровня на фоне его небольшого спада (1911–1929 гг.) сейсмическая мощность провинций второй группы резко понизилась ($I_{ge} = 12,6$) и существенно уступала первой группе ($I_{ge} = 14,8$). В стадию устойчивого падения уровня моря на 1,8 м (1930–1940 гг.) происходит сближение показателей за счёт возрастания сейсмической мощности провинций второй группы ($I_{ge} = 14,1$). В 1941–1977 гг., когда на фоне медленного понижения уровня происходили его мелкие колебания, сейсмическая мощность провинций первой группы падает ($I_{ge} = 14$), а второй группы возрастает ($I_{ge} = 15,1$), что отражает снижение активности Дербентской, Нижнекуринской и Горганской очаговых зон и активизацию западного и южного побережий Южно-Каспийской впадины и позднее Апшеронского порога. В последующую фазу подъёма уровня Каспия (1978–1997 гг.) эта тенденция сохраняется: логарифмы удельной сейсмической энергии, выделенной в двух группах провинций, достигают соответственно значений 12,9 и 16,5. Особенно важным в этом разделении представляется различное поведение провинций, где в сейсмичности проявляется лишь малая доля деформационного эффекта тектонических процессов, — Дербентского прогиба и обрамлений Южно-Каспийской впадины.

Поскольку выделенные стадии изменений уровня моря, за исключением 1930–1940 и 1978–1997 гг., включали эпизоды колебаний уровня противоположного знака, было выполнено более дробное сопоставление с ними количества выделенной сейсмической энергии. Для этого мы разделили весь исследуемый интервал времени на фазы с одинаковым режимом изменения уровня Каспия: его подъёма и опускания со скоростями $>0,05$ мм/год и колебаний с меньшими скоростями около некоего стабильного положения. Для каждой фазы была рассчитана удельная сейсмическая энергия.

Оказалось, что в провинциях I, III и VI наибольшие её величины приходятся на фазы спада уровня моря. В провинции VII особенно заметен пик выделения сейсмической энергии, приходящийся на Горганское землетрясение (стабильное положение уровня); если его эффект исключить, наибольшими значениями удельной энергии также отмечены фазы спада уровня моря. Иная картина наблюдается в провинциях IV, V и II, где величины удельной энергии, выделенной в фазы подъёма, обычно выше, чем в фазы понижения. Особенно ярко выражено это в провинции IV (независимо от того, учитываем ли мы эффект Краснодарского землетрясения или нет), причём в фазу особенно быстрого подъёма 1978–1989 гг. здесь имело место нарастание сейсмичности.

Указанные различия в сейсмическом поведении провинций видны на гистограммах средней удельной сейсмической энергии, выделенной в провинциях во все фазы подъёма (36 лет), опускания (60 лет) и стабильного положения (58 лет) уровня моря (рис. 93). Провинции I, III, VI и VII характеризуются преобладающим выделением сейсмической энергии в фазы понижения уровня Каспия. В провинциях II, IV и V наибольшее выделение сейсмической энергии происходит в фазы подъёма уровня моря.

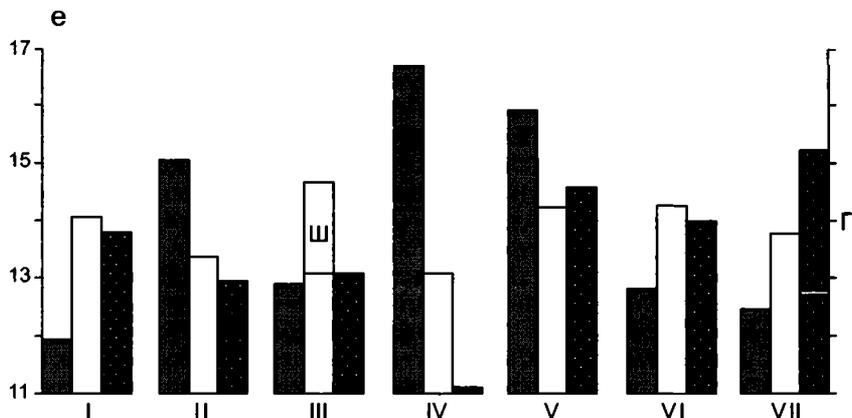


Рис. 93. Среднее ежегодное количество сейсмической энергии, выделенной в провинциях I–VII во все фазы подъёма (затенено), опускания (белое) и стабильного положения уровня Каспия (крап) [Иванова, Трифонов, 2002]

Вклад сильнейших землетрясений: Г – Горганского 1890 г., К – Казанджикского 1946 г., Кр – Краснодарского 1895 г., Р – Рудбарского 1990 г., Ш – Шемахинского 1902 г.

Сходные зависимости обнаружили при анализе распределения только глубоких землетрясений (с гипоцентрами глубже 33 км), связанных с тектоническими процессами в низах коры и верхах мантии. Неточность оценки глубины гипоцентров и особенности физических свойств пород на указанных глубинах, при которых в сейсмичности проявляется лишь малая часть энергии тектонических процессов, ограничили возможности сопоставления. К тому же из 180 зарегистрированных глубоких землетрясений 116 приходится на 1978–1998 гг., что отчасти связано с улучшением регистрации и параметризации сейсмичности. Поэтому для сопоставления использовался критерий изменения отношений между числом событий в разных провинциях.

Большинство землетрясений в переходной зоне кора–мантия характеризуют активность глубоких частей тех же очагов, которые проявились в верхнекоревой сейсмичности. Сильнейшее Краснодарское землетрясение 1895 г. с глубиной гипоцентра 55 км радикально повлияло на распределение глубоких землетрясений. На востоке региона наступило затишье, и первое глубокое землетрясение в районе г. Краснодарска произошло лишь в 1970 г. До 1978 г. при минимуме глубокой сейсмичности на востоке региона относительно возрастала активность западных провинций Каспия, особенно Дербентского прогиба. Все события этого периода пришлись на стадии спада или стабильного положения уровня

моря. Пять глубоких землетрясений с $M_S = 5,3-6,4$ произошли с 1902 по 1914 г. в Дербентском прогибе и два — в Нижнекуринской впадине (1910 г. — $M_S = 5,7$; 1924 г. — $M_S = 6,4$). Падение уровня Каспия в 1930–1940 гг. ознаменовалось двумя сильными землетрясениями ($M_S = 6,2-6,3$) на обоих бортах Дербентского прогиба. На фоне последующего слабого спада и стабильного положения уровня Каспия проявилась глубокая сейсмичность и в Талыш-Эльбурсских очагах, но по-прежнему сильнейшие землетрясения 1961, 1963 и 1968 гг. ($M_S = 5,4-6,2$) приурочены к Дербентскому прогибу.

Радикальное изменение обстановки глубинного сейсмогенеза в стадию подъёма уровня моря в 1978–1997 гг. проявилось в резком сокращении числа землетрясений в Дербентской и Нижнекуринской очаговых зонах и зоне Южного склона Кавказа и в возрастании их числа в восточной части Южного Каспия и его горном обрамлении (до 12%) и особенно в Апшеронском пороге (до 23% от общего числа событий). В Талыш-Эльбурсских очагах возросла доля землетрясений в самой глубоководной впадине (17%) и на побережье (23% от числа событий в провинции). В 1978–1981 гг., когда подъём уровня был особенно быстрым, все глубокие землетрясения провинции происходили в этих районах. В провинции VII большинство глубоких землетрясений случилось в предгорьях Аладага. В Апшеронском пороге активизировался Центрально-Каспийский очаг. Здесь и в смежной части провинции II произошло до $2/5$ общего числа глубоких землетрясений региона. Таким образом, перераспределение активности глубоких частей сейсмических очагов совпало с изменением знака колебаний уровня Каспия, что свидетельствует о связи последних с глубинными тектоническими процессами.

Роль тектонических процессов в колебаниях уровня Каспия. Представленные данные показывают, что сейсмическая активизация очаговых зон, расположенных в прогибающихся структурах (провинции I, III, VI, VII), сопровождалась падением уровня Каспия, тогда как активизация прибрежных склонов горных поднятий (IV, V и отчасти II) — его подъёмом. Эта связь, выраженная изменениями как коровой, так и верхнемантийной сейсмичности, позволяет ставить вопрос о влиянии современных тектонических процессов, частично отражающихся в сейсмичности, на изменение формы морского бассейна и, соответственно, его уровня. Особенно важна противофазность сейсмической активизации Дербентского прогиба (провинция I) и обрамлений Южно-Каспийской впадины (провинции IV и V), поскольку в обеих впадинах масштаб тектонических деформаций мог многократно превосходить их сейсмические проявления.

Для оценки деформационных воздействий на объём акватории особое значение имеет интерпретация глубоких землетрясений, наиболее многочисленных под Апшеронским порогом (до 70 км) и Дербентским прогибом (до 110 км). По мнению некоторых исследователей [Уломов и др., 1999], они

могут отражать процесс субдукции Южного Каспия с его утонённой корой под континентальную «туранско-скифскую» литосферу Среднего Каспия. В пользу этого свидетельствуют особенности механизмов очагов землетрясений Апшеронского порога, указывающие на возможность субгоризонтального срыва, и углубление очагов от порога к северу. Сам порог может рассматриваться как результат нагнетания отслоенного чехла перед фронтом северной плиты.

Признавая формирование порога результатом сжатия отслоенного чехла, отметим, однако, что мантийная сейсмичность представлена не на всём протяжении Среднего Каспия, а лишь в Дербентском прогибе, что заставляет связывать его глубокие землетрясения, по крайней мере частично, с взаимодействием прогиба и соседнего горного сооружения. Они представляют собой динамопару, сходную с той, что образует Южно-Каспийская впадина с её обрамлениями — Эльбурсом и Талышом, с одной стороны, и Апшеронским порогом над тектоническим уступом Среднего Каспия — с другой. Эти структуры находятся в условиях сжатия, на которое указывают как морфология новейших нарушений на обрамлениях обеих впадин [Милановский, 1968; Berberian et al., 1992; Копп, 1997; Трифионов, 1999], так и их современные деформации, определённые космогеодезическими измерениями [McClusky et al., 2000], причём на обрамлении Южного Каспия проявления современного сжатия более интенсивны.

В стадии усиления сжатия происходят надвигание горных сооружений на сопряжённые прогибы и их поперечное укорочение, приводящее к уменьшению объёма ванны и подъёму уровня моря. Именно такие стадии отражает усиление сейсмичности на обрамлениях Южно-Каспийской впадины, где сжатие сопровождалось усилением роста подводных антиклиналей, также приводящим к подъёму уровня. В стадии ослабления сжатия ускоряется погружение Дербентского и других прогибов, отражающееся в усилении сейсмичности их очаговых зон и приводящее к падению уровня моря.

Этим деформационным проявлениям изменений интенсивности сжатия могли сопутствовать вторичные эффекты — разуплотнение очагов сильнейших землетрясений, приводящее к отмеченным выше скачкообразным подъёмам уровня моря, и возможные источники дополнительного опускания, на которые указывают две особенности глубинного строения интенсивно прогибавшихся в плиоцен-четвертичное время структур.

Во-первых, в Дербентском прогибе непосредственно под разделом Мохо (подошвой земной коры) выделяется высокоскоростной слой, мощность которого от гор к прогибу возрастает от 5 до 16 км [Краснопевцева, 1984]. Возможно, он представлен плотными эклогитизированными породами, на что указывает и наличие отрицательной изостатической аномалии [Артемьев, Кабан, 1986]. Ещё большая отрицательная изостатическая аномалия в Южно-Каспийской впадине позволяет предполагать и там существование под разделом Мохо слоя пород, более плотных, чем нижележащая мантия. По мнению Е. В. Артюшкова [1993], он может быть сложен эклогитами, воз-

никшими из низов прежней коры в ходе интенсивного плиоцен-четвертичного погружения.

Во-вторых, несмотря на тектоническое скупивание, доплиоценовый осадочный чехол Восточного Кавказа не утолщён по сравнению с Дербентским прогибом, поскольку частично эродирован. В сочетании с присутствием под горным сооружением корового волновода, выклинивающегося к прогибу, это может свидетельствовать об изостатической компенсации перемещения эродируемого материала в прогиб. С новейшими структурно-вещественными преобразованиями может быть связан и волновод в основании коры Южно-Каспийской впадины, присутствующий и в разрезе Нижнекуринской впадины (район с. Саатлы) [Краснопевцева, 1984]. Обе особенности отражают процессы, способные привести к сокращению мощности коры прогибов и дополнительному погружению их поверхности.

Приведённые соображения, вытекающие из анализа новейшей структуры и изменений сейсмичности провинций, подтверждаются результатами исследования механизмов очагов землетрясений региона. Их анализ был выполнен нами на основе данных о 128 землетрясениях, помещённых в каталогах Л. М. Балакиной, А. О. Мострюкова и их коллег. Определялась пространственная ориентировка областей преимущественного сжатия (укорочения, P) и растяжения (удлинения, T) для всей совокупности землетрясений соответствующей провинции за тот или иной интервал времени. Близрасположенные (до 10°) оси P и T взаимно исключались, причём эта процедура применялась лишь для землетрясений с $M_s < 6$. Поскольку большинство землетрясений с определёнными механизмами относятся к периоду 1961–1991 гг., исследовалось прежде всего изменение механизмов на рубеже 1978 г., когда понижение уровня Каспия сменилось его подъёмом.

Оказалось, что эпоха между 1960 и 1978 г., когда наибольшая сейсмичность была сосредоточена в Дербентском прогибе и прогибах, продолжающих котловину Южного Каспия на запад (Нижнекуринская впадина) и восток (Юго-Восточный Каспий и Западно-Туркменская впадина), характеризовалась уменьшением поперечного горизонтального сжатия. При глубоких землетрясениях 1961–1966 гг. под Дербентским прогибом сжатие было вертикальным, а растяжение — субгоризонтальным и разнонаправленным, что могло отражать эклогитизацию низов коры и погружение тяжёлых эклогитизированных масс. В 1968–1977 гг. сжатие там стало субгоризонтальным, но ориентированным вдоль прогиба, что приводило к активизации продольных сбросов и соответственно погружения. Во впадине Южного Каспия при генеральном простирании структур на СЗ оси растяжения были ориентированы поперёк к ним, а оси сжатия образовывали пояс запад-северо-западно-го простирания, что приводило к сбросовым перемещениям, углублявшим впадину. Результатом было падение уровня моря.

С 1978 г. в Дербентском прогибе наклон осей сжатия увеличился, а оси растяжения приобрели более разнообразную ориентировку. Возникли условия благоприятные для сдвигов, но не сбросов, ранее приводивших к углублению

ванны. На краях и обрамлениях Южно-Каспийской котловины, где сосредоточилась сейсмичность, сжатие приобрело направление на ВСВ–ЗЮЗ – поперек к простиранию коллизионных структур, что усилило поперечное укорочение и привело к уменьшению объёма и подъёму уровня моря. Этому способствовало усиление вертикальных движений в Апшеронском пороге, реконструируемое по положению осей T и P в очагах землетрясений.

На различиях напряжённо-деформированного состояния Южного и Среднего Каспия сказывалась кинематика разделяющей их зоны активных разломов. В её копетдагской части ведущим был правый сдвиг, а на Юго-Восточном Кавказе – взбросовые подвижки, возможно дополняемые левым сдвигом. При таком изменении характера движений в единой зоне разломов её южное крыло сжималось и укорачивалось, а северное растягивалось и удлинялось. Это приводило к углублению Среднего и сокращению Южного Каспия, ускорившимся в фазы их сеймотектонической активизации.

Представляет интерес и ещё один аспект соотношений изменений сейсмичности с колебаниями уровня Каспия. Наибольшим количеством выделенной сейсмической энергии характеризовались 1884–1910 гг. Этот импульс тектонической активизации не отразился существенно на уровне моря (возможно, из-за своей всеобщности), но предварил его последующие резкие колебания. Усиление сейсмичности Южного Каспия началось раньше подъёма уровня с 1978 г. и лишь ускорилось в стадию подъёма (см. рис. 92). Если эти и другие подобные изменения соотношений между параметрами сейсмичности провинций предшествуют изменениям режима колебаний уровня моря, может быть, их удастся использовать как предвестники его будущего поведения. Отработка методики такого мониторинга требует дальнейших исследований.

Современные тектонические процессы могли вызывать изменения не только формы акватории, но и величины подземного стока. Это самостоятельная тема исследований. Поэтому здесь ограничимся лишь самыми общими соображениями, касающимися преобразования накопленных в бассейне осадков, среди которых преобладают глины. Глинистый осадок содержит до 80% воды. Основная её часть находится в порах и лишь менее 40% – в физическом и химически связанном виде [Леонов и др., 1998]. По мере осадконакопления под действием нагрузки вышележащих осадков свободная вода отжимается, и уже на глубине 1,5 км пористость сокращается до 8–10%. Отжим такой воды внутри морского бассейна не изменяет его уровня. В соседних с Каспием прогибах суши подобный отжим пополняет сток и тем самым способен влиять на уровень моря. Усиление сейсмичности может его ускорять из-за вибрационного эффекта землетрясений.

Важной представляется роль глубинного преобразования глин, затрагивающего связанную воду. При температурах 100–140°C и высоких давлениях, в которых принимает участие и тектоническая нагрузка, происходит преобразование монтмориллонита, основного глинистого минерала зоны

выветривания, в гидрослюду [Холодов, 1983]. При этом выделяется до 10% воды от первоначального веса породы. Освободившаяся вода создает аномально высокие пластовые давления. Во впадине Южного Каспия сконцентрирована бóльшая часть подземных вод Каспийского бассейна [Леонов и др., 1998]. Высокая скорость её погружения привела к недоуплотнению глин и неполному отжатию подземных вод, которые служат источниками аномально высоких пластовых давлений уже на глубинах до 5–6 км. Глубже, на 7–12 км, прослежена региональная зона сильного разуплотнения, вероятно соответствующая области перехода монтмориллонита в гидрослюду и высвобождения связанной воды [Холодов, 1990]. Количество воды, способной высвободиться на этих глубинах в Южном Каспии, — порядка 10^{20} г, т. е. соизмеримо с объёмом Каспийского моря ($\sim 0,75 \cdot 10^{20}$ г).

Вода зон аномально высоких пластовых давлений концентрируется во флюидных очагах, разгружаемых в грязевых вулканах самой впадины или по пластам-коллекторам на её обрамлениях. Возникновение новых трещин и активизация существующих каналов при сильных землетрясениях способны за несколько месяцев разгрузить флюидные очаги. Интенсивность сейсмогенного трещинообразования зависит не столько от энергии, сколько от глубины сейсмических очагов и механизмов землетрясений. Поэтому даже события с магнитудами $M_S = 5-6$ достаточны, чтобы вызвать подобные гидроизвержения, а эпохи усиления сейсмичности — обеспечить поступление на поверхность миллиардов кубометров воды. Так, П. П. Иванчук [1994] оценил количество водной массы одного грязевулканического извержения в складке Ахтарма-Пошалы в Азербайджане в $0,8 \cdot 10^{16}$ г, что составляет пятую часть объема воды, необходимой для среднегодового подъёма уровня Каспия в 1982–1997 гг. на 0,1 м [Леонов и др., 1998].

Обосновывая воздействие тектонических процессов на современные колебания уровня Каспия, мы не отрицаем значительного и, может быть, преобладающего влияния на него изменений климатических условий и разбора воды питающих рек на орошение и другие технические нужды. Вместе с тем колебания уровня, как показано, коррелируют с вариациями сейсмичности провинций Каспия. Полагаем поэтому, что воздействия на уровень моря явлений, связанных с тектоническими процессами, были достаточно ощутимыми. Эти тектонические воздействия являются интегральным эффектом деформационных процессов, вызывающих изменение объёма акватории (углубление прогибов, поперечное укорочение, рост локальных антиклиналей), возможно дополняемых дискретным поступлением воды из глубоких горизонтов осадочного чехла. Оно может играть особенно заметную роль в глубокой Южно-Каспийской впадине.

Итак, современные колебания уровня Каспийского моря являются интегральным результатом воздействия климатообразующих и тектонических процессов. Проявления этих процессов, между которыми в рассмат-

риваемом масштабе времени не устанавливается генетической связи, действовали на уровень Каспия синхронно и однонаправленно. В связи с этим особый интерес вызывает работа В. И. Кафтана и С. К. Татевян [1996], которые сопоставили рассматриваемые колебания уровня Каспия с изменениями индекса солнечной активности и вековыми вариациями угловой скорости вращения Земли, выполнив их гармонический анализ. Модель колебаний уровня моря, построенная по первым шести гармоникам с наибольшими амплитудами, не только хорошо согласовывалась с реальной кривой, но и позволила предсказать прекращение подъема уровня моря в 1997 г. Это даёт основание предположить, что высокочастотные вариации климата и тектоники связаны парагенетически – регулирующим воздействием вариаций солнечной активности и скорости вращения Земли.

5.1.2. Орбитально-астрономическая регуляция современных короткопериодных вариаций климата и тектонической активности

Периодичность вариаций магнитных возмущений и солнечной активности, коррелирующие с ними изменения погодно-климатических условий, урожайности сельскохозяйственных культур, нашествий саранчи, эпидемий и т. п. рассмотрели и обосновали А. Л. Чижевский [1973] и его последователи. Ими была показана наибольшая устойчивость 11-летнего цикла, соответствующего среднему периоду вариаций числа Вульфа (количества пятен на Солнце), и выявлена кратная ему иерархия циклов: $5 \div 6$, 22 , $33 \div 35$ лет и ~ 90 лет. 10 – 11 -летняя (в среднем) ритмичность изменений приземной температуры воздуха, как глобальной, так и (более отчетливо) в Северном полушарии, с 1850 г. по 1990 г. просматривается на рис. 94. В. М. Ляхтер [2000] обратил внимание на изменчивость продолжительности основного цикла (~ 11 -летнего) и на примере последних 250 лет показал, что она также может быть квазициклической с периодом в $60 \div 100$ лет. Отмечена корреляция циклов солнечной активности и числа землетрясений [Чижевский, 1973; Сытинский, 1987], а также средних интервалов между землетрясениями с $M \geq 7$ и изменений длины цикла [Ляхтер, 2000]. Цикличность в $9 \div 12$ и $5 \div 6$ лет выявлена и во временных рядах оползневой активности в Европе [Макаров и др., 1995]. Эти циклы отражают, с одной стороны, периодичность увлажнения, т. е. климатических изменений, а с другой стороны – периодичность сейсмической активности Альпийского пояса, к которому тяготеет значительная часть оползней.

Интересные сопоставления выполнили К. Г. Леви и его соавторы [2002]. Отмечая периодичности, соответствующие «циклу Вульфа», они, вместе с тем, обнаружили кратные ему более долгопериодные ритмы и циклы. Так, по данным А. В. Чипизубова, за последние 400 лет выявлена ритмич-

ность максимумов выделения сейсмической энергии с наиболее характерным периодом $20 \div 30$ лет и хуже проявленными периодами 45, 90, 150 и $195 \div 200$ лет. При этом фазы максимального энерговыделения запаздывают до 10 лет по отношению к фазам наибольшей частоты сильных сейсмических событий. Тот же период в $20 \div 30$ лет характерен для ритмичности вулканических извержений за последние 400 лет; хуже проявлены ритмы в 50, $110 \div 130$, 160 и ~ 200 лет. Как и при сейсмических процессах, наиболее энергоёмкие вулканические события отстают во времени от фаз наибольшей частоты извержений. В целом намечена тенденция противофазной реализации вулканических и сейсмических событий. Сходная ритмичность в 20 и 30 лет (наряду с периодом в $170 \div 190$ лет) выявлена для импульсов прироста древесины с 1362 г. в Байкальском регионе. Наиболее чёткую цикличность в $20 \div 26$ лет дали импульсы прироста лиственницы. Циклы в $22 \div 30$ и 40 лет отмечены за последние 250 лет в колебаниях уровня Байкала, а температурные вариации в районе г. Иркутска с 1881 г. по

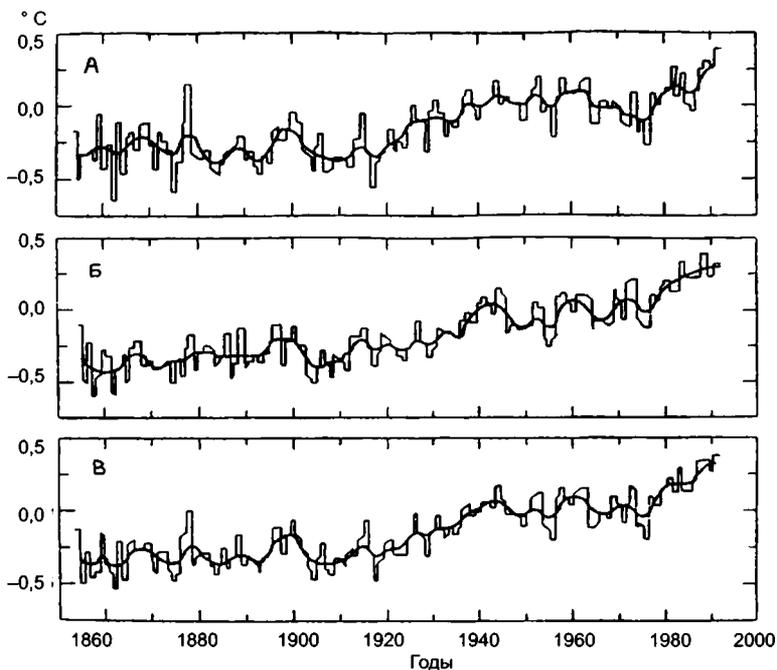


Рис. 94. Отклонение среднеполушарной (А — Северное полушарие, Б — Южное полушарие) и глобальной (В) приземной температуры воздуха в период с 1850 г. по 1990 г. от средней температуры, рассчитанной за период 1951–1980 гг. [Лосев, 2001]

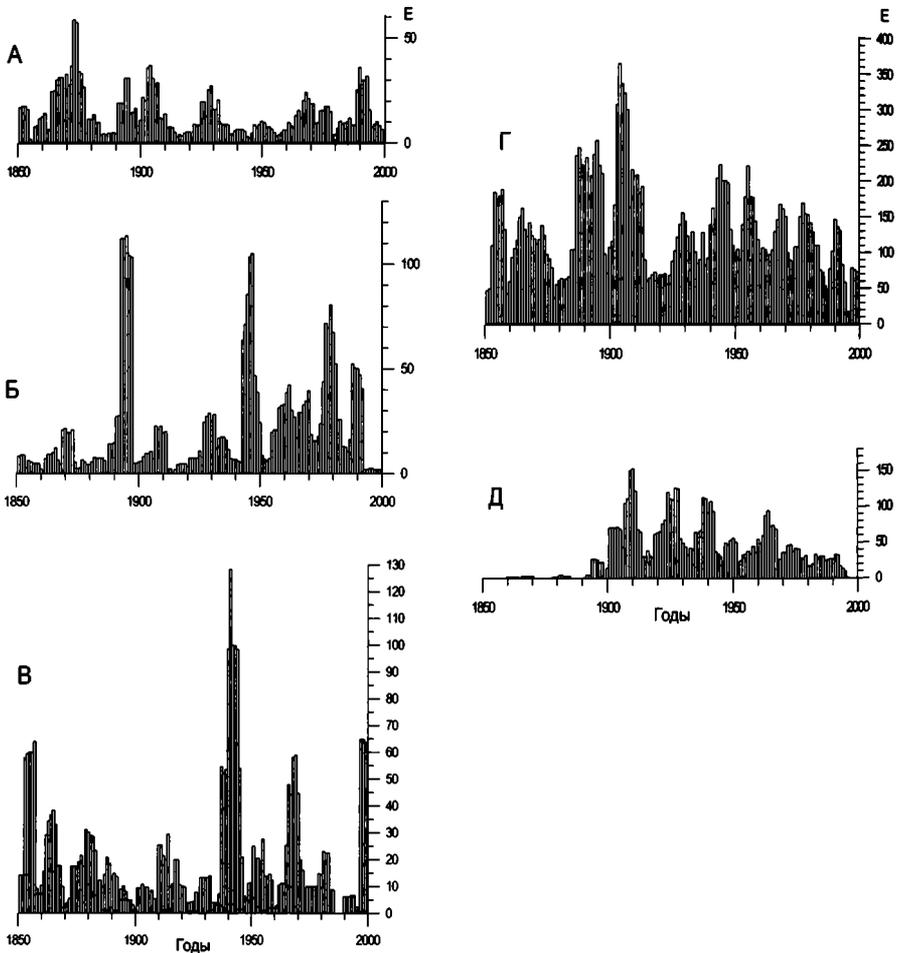


Рис. 95. Гистограммы количества сейсмической энергии, выделенной во второй половине XIX и в XX в. землетрясениями Альпийско-Гималайского коллизионного пояса

А — Анатолия, Эгейский и Карпато-Балканский регионы, гипоцентры до 70 км; Б — там же, гипоцентры глубже 70 км; В — Северо-Анатолийская зона; Г — вся центральная часть пояса, гипоцентры до 70 км; Д — там же, гипоцентры глубже 70 км (составила Е. Р. Сенько [Трифонов, Караханян, 2004]), Гистограммы построены для 5-летних интервалов методом «скользящего окна» в 1 год

казали периодичность в 11, $22 \div 25$ и $35 \div 37$ лет. Таким образом, во всех проанализированных природных событиях с наибольшей очевидностью просматривается цикличность вариаций, близкая к сдвоенному «циклу Вульфа» и иногда кратная ему [Леви и др., 2002].

На основе Каталога сильных ($M_s \geq 5,7$) землетрясений Альпийско-Гималайского пояса между 15° и 80° в.д. Е. Р. Сенько и В. Г. Трифонов выполнили анализ временного распределения количества сейсмической энергии, выделенной землетрясениями второй половины XIX в. и XX в. [Трифонов, Караханян, 2004]. В отдельных зонах и провинциях рассмотренного региона преобладает $10 \div 12$ -летняя цикличность, но наряду с ней присутствуют и сдвоенные циклы в 22 года, и циклы ~ 15 лет. Отмечено возрастание продолжительности цикла перед особенно сильным землетрясением, реже — после него. Дополняя друг друга, эти вариации выделения сейсмической энергии складываются для всего региона в более чёткую картину, давая циклы в $10 \div 11$ лет (рис. 95).

Вместе с тем многие климатологи признают связь высокочастотных климатических колебаний с изменениями параметров вращения Земли, прежде всего его угловой скорости, причём эта связь может быть двусторонней, поскольку изменения атмосферных течений и объёма ледников способны изменять скорость вращения [Селиванов, 1996].

Н. Н. Горькавый, Ю. А. Трапезников, А. М. Фридман, С. К. Татевян и их соавторы рассмотрели соотношения изменений числа землетрясений с изменениями угловой скорости вращения Земли. Было показано, что в сейсмичности Земли различаются три компонента: глобальная с характерным временем изменений 10–15 лет; трансрегиональная с характерным временем ~ 3 лет, выраженная противофазностью активности Северного и Южного полушарий (максимум землетрясений с $M_b \geq 4$ в одном полушарии соответствует минимуму в другом); региональная, зависящая от местных тектонических условий и нециклическая. Глобальные параметры сейсмичности оказываются связанными с изменениями угловой скорости вращения, что доказывается высокими значениями средних величин коэффициентов корреляции между числом землетрясений в 1964–1990 гг. и модулем временной производной угловой скорости вращения $|d\Omega/dt|$, т. е. его ускорением [Горькавый и др., 1994, 1999] (рис. 96).

Эта зависимость проявляется неодинаково для землетрясений разной силы, на разных временных интервалах и в разных тектонических зонах. Она лучше выражена в 1969–1988 гг., чем в другие годы, и для Земли в целом достигает значимых величин (коэффициент корреляции $> 0,5$) лишь для землетрясений с $M \geq 5$. Корреляция выше у мантийных землетрясений с промежуточными глубинами очагов (50–240 км), чем у коровых событий, но глубокофокусные землетрясения зон субдукции (глубже 300 км) корреляции не показывают. В целом связь носит именно глобальный характер и, как правило, ослабевает при уменьшении области исследования, т. е. рассмотрении отдельных тектонических зон.

Таким образом, на масштабном уровне годов и десятилетий обнаруживается синхронность проявлений сеймотектонических и климатических про-

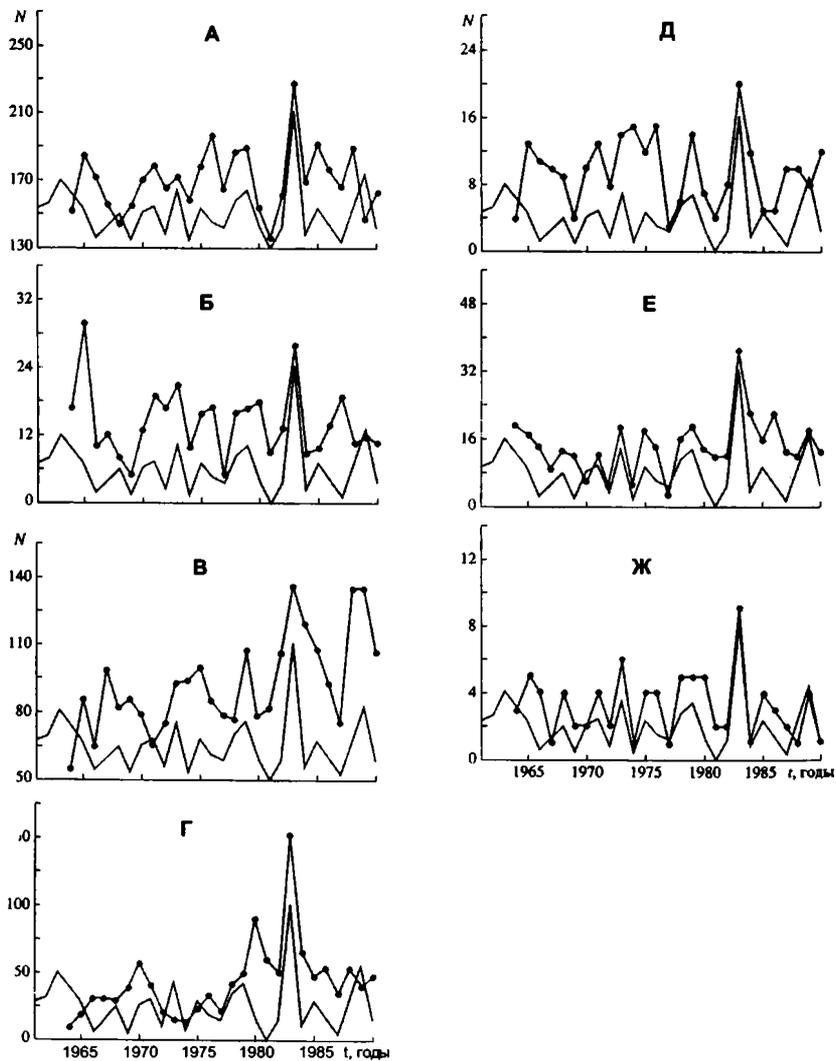


Рис. 96. Сопоставление графиков модуля временной производной угловой скорости вращения Земли $|d\Omega/dt|$ (сплошная линия) и ежегодного числа землетрясений (линия с точками) [Горькавый и др., 1999]

Q — коэффициент корреляции между $|d\Omega/dt|$ и числом землетрясений $N(t)$; А — сопоставление с глобальным распределением землетрясений с $M \geq 5,0$ на глубинах 70–

цессов, которая не может быть объяснена их влиянием друг на друга. Эти изменения коррелируют с вариациями параметров орбиты вращения Земли, её магнитных возмущений и солнечной активности, которые, возможно, связаны между собой.

5.2. Среднепериодные вариации: цикличность в 1200–1800 лет

5.2.1. Связь исторических кризисов с климатическими и тектоническими событиями

Здесь рассматриваются не критические эпизоды в истории отдельных первобытных обществ или государств, а продолжительные (охватывавшие в типичном проявлении не менее двух столетий) эпохи, приводившие к социальным потрясениям, массовым миграциям населения и изменениям расстановки политических сил во всей тогдашней Ойкумене и вместе с тем к решающим технологическим нововведениям, экономическому и политическому переустройству общества. Первый кризис предположительно намечается в начале IV тысячелетия до н. э. За ним следуют кризисы середины III и второй половины II тысячелетия до н. э., середины – второй половины I тысячелетия н. э. и XVII–XIX вв.

В исторической литературе рассмотрены и обоснованы социально-экономические и политические истоки кризисов, заключающиеся в особенностях внутреннего развития и взаимодействия подвергшихся им доисторических сообществ, представленных археологическими культурами, и позднейших государственных образований. Однако есть основания полагать, что в возникновение и развитие таких кризисных ситуаций внесли вклад также климатические изменения и крупные геодинамические события.

125 км; за период 1964–1990 гг. $Q=0,58\pm 0,13$; за период 1969–1988 гг. $Q=0,83\pm 0,07$; Б – сопоставление с глобальным распределением землетрясений с $M\geq 6,0$ на глубинах 70–240 км; за период 1964–1990 гг. $Q=0,54\pm 0,14$; за период 1969–1988 гг. $Q=0,76\pm 0,09$; В – сопоставление с распределением землетрясений с $M\geq 5,1$ в зонах спрединга (все глубины); за период 1964–1990 гг. $Q=0,46\pm 0,15$; за период 1969–1988 гг. $Q=0,55\pm 0,15$; Г – сопоставление с распределением землетрясений с $M\geq 4,5$ в западной части Альпийско-Гималайского пояса на глубинах 10–30 км; за период 1964–1990 гг. $Q=0,51\pm 0,14$; за период 1969–1988 гг. $Q=0,62\pm 0,14$; Д – сопоставление с распределением землетрясений с $M\geq 5,5$ вдоль западной активной окраины Тихого океана на глубинах 65–145 км; за период 1964–1990 гг. $Q=0,50\pm 0,15$; за период 1969–1988 гг. $Q=0,60\pm 0,14$; Е, Ж – сопоставление с распределением землетрясений вдоль североамериканской активной окраины Тихого океана: Е – с $M\geq 5,1$ на глубинах ≥ 8 км; за период 1964–1990 гг. $Q=0,72\pm 0,09$; Ж – с $M\geq 5,5$ на глубинах ≥ 17 км; за период 1964–1990 гг. $Q=0,78\pm 0,08$; за период 1967–1990 гг. $Q=0,83\pm 0,06$

Первый кризис. О нём можно говорить сугубо гипотетически. В результате него возникли предпосылки для становления первых городов-государств Шумера, развития и расцвета крупных земледельческих образований типа кукутени-триполья и родственных ей культур Северо-Западного Причерноморья и Балкан и КУАК Закавказья, представлявших высшую форму ранних комплексных обществ. В недрах неолитических обществ возникли первые раннебронзовые культуры; появился гончарный круг.

В это время ранняя фаза атлантики, характеризовавшаяся особенно тёплыми условиями и повышенным увлажнением в умеренных поясах континентов, сменилась более изменчивой климатической обстановкой с сохранившейся высокой влажностью умеренных широт на фоне несколько понизившихся средних температур. Окончание ранней фазы отмечено последним значительным повышением уровня Мирового океана, который некоторые исследователи связывают с катастрофическим разрушением ледников в Западной Антарктиде. Последствием этого события, сопровождавшегося высокой погодно-климатической изменчивостью, были наводнения в Южной Месопотамии, наибольшее из которых могло сохраниться в народной памяти как легенда о Всемирном потопе (см. раздел 4.2). В связи с изменениями первой кризисной эпохи опасность столь сильных наводнений исчезла, стали развиваться стабильные поселения городского типа и ирригационные системы, составившие материальную основу шумерской цивилизации.

Появление климатических вариаций отмечено в ту же эпоху и на побережьях Тихого океана, где оно выразилось установлением режима ENSO — периодическим, через 3–7 лет, проникновением холодных океанских вод в тропические широты, что обусловило изменчивость биопродуктивности прибрежных вод и погодно-климатических условий на сопряжённой суше [Sandweiss et al., 1999]. У части прибрежного населения это привело к формированию производящей экономики. На перуанском побережье впервые возникли культуры, совмещавшие морские промыслы с земледелием. На разных уровнях социального развития усложнение первобытных обществ после 3800 г. до н. э. отмечено на севере Чили, в Восточном Китае и Японии.

Рассматриваемый рубеж нашёл отражение в тектоновулканических событиях. В зоне Ханарасарского разлома Армении юго-восточнее оз. Севан в конце V – начале IV тысячелетия до н. э. произошло извержение вулкана Порак, с которым примерно совпало (вероятно, предшествовало ему) сильнейшее землетрясение (см. раздел 2.1). В первой половине IV тысячелетия имели место одно или два подобных события в юго-восточной части того же разлома — Сюникской структуре pull-apart. С ними связаны обширные излияния лав двух близких по возрасту генераций. Эти тектоновулканические события происходили одновременно с временным иссушением и некоторым похолоданием в Присеванском районе, сопровождавшимися начавшейся регрессией Севана (рис. 97). Сильные палеоземлетрясения начала IV тысячелетия выявлены в Центральном Загросе.

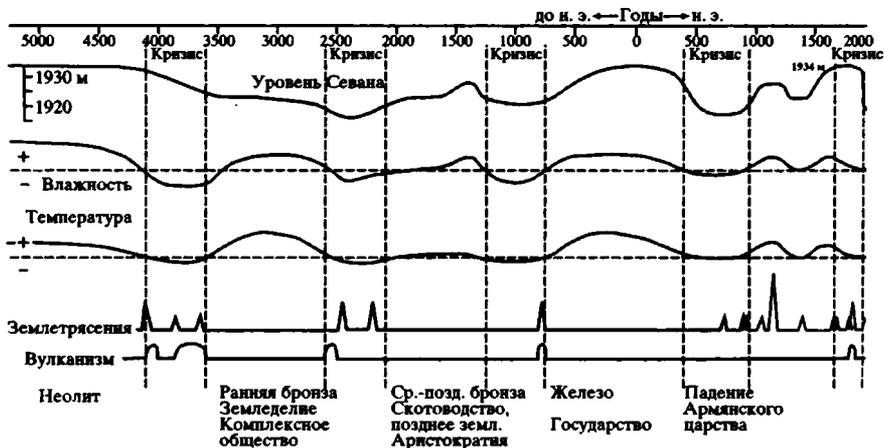


Рис. 97. Сопоставление климатических, вулканических, сеймотектонических и культурных событий в районе оз. Севан

Кризис середины III тысячелетия до н. э. О нём известно немного. В это время усилилась конфронтация древнейших городов-государств Шумера, кончившаяся крушением Шумера и возвышением Аккада. В Египте в XXIV–XXII вв. наступил голод, и смертность возросла почти в 10 раз [Селиванов, 2000]. В конечном счёте это привело к падению Древнего царства. Сокращение раннебронзовых протогородских поселений фиксируется в конце III тысячелетия по всей Палестине, включая Иерихон [Marchetti, Nigro, 1997a,b]. Подобная тенденция проявилась и в Балкано-Северочерноморском ареале, к которому относится трипольская культурная общность. На её позднем этапе материальная культура хиреет, огромные и хорошо спланированные суперцентры сменяются мелкими поселками, а затем культурная система распадается [Массон, 1999].

В закавказской КУАК с середины III тысячелетия до н. э. многие прежние поселения гибнут, происходит их концентрация вдоль крупных и наиболее полноводных рек, осваиваются предгорья и усиливается миграция населения на юго-восток (в Северо-Западный Иран) и юго-запад (в Восточную Турцию и Палестину). Новые поселения строятся в труднодоступных местах, что отражает возросшую угрозу со стороны мигрировавших на территорию КУАК новых племён преимущественно скотоводческой ориентации. В итоге к концу III тысячелетия куро-аракская культурная общность распадается и прекращает существовать. В Средней Азии гибнет Геоксюрский оазис.

Вместе с тем, в ходе кризиса и связанных с ним миграций населения на смену ранним комплексным обществам Юго-Восточной Европы и Юго-Западной Азии приходят культуры полукочевых скотоводов, опирающиеся на

использование лошади как транспортного средства. Происходит расслоение общества и выделение правящей верхушки, знаменующей новый военно-аристократический путь общественного развития.

Возникновение кризиса совпало с похолоданием и иссушением, наступившими в умеренных и приполярных широтах Северного полушария Старого света в середине III тысячелетия до н. э. после атлантического оптимума. В Египте аридизация проявилась в резком уменьшении высоты паводков Нила, что сразу сказалось на продуктивности земледелия; но уже в конце тысячелетия высота паводков и соответственно продуктивность сельского хозяйства восстановились, а в конце XX в. до н. э. при Аменхотепе III отмечены сильные наводнения [Селиванов, 2000]. Более заметно аридизация коснулась областей орошаемого земледелия на границах с пустынями. Вероятно, именно с ней была отчасти связана губительная конфронтация древнейших городов-государств Шумера, имевшая целью расширение контроля за основными источниками орошения. Иссушение на рубеже ~2300 г. до н. э. отмечено в Палестине (см. раздел 3.6.2). В Южной Туркмении аридизация проявилась в блуждании и деградации Теджена, которые и привели к гибели Геокюрского оазиса. В Присеванье кризис ознаменовался иссушением и максимальной регрессией озера. Показателем иссушения Причерноморья явилась хаджибейская регрессия Чёрного моря, датированная серединой III тысячелетия до н. э. [Садчикова, Чепалыга, 1999]. Аридизация могла вызвать миграции скотоводческих племён из иссушённых степей в земледельческие оазисы, приводя к вооружённым столкновениям, способствовавшим распаду и гибели существовавших там культурных общностей.

Данные о геодинамических событиях эпохи второго кризиса немногочисленны и основаны на палеосейсмологических и палеовулканологических данных. К этому времени относятся крупные вулканические извержения Арарата (см. раздел 2.1) и вулканов Южной Сирии (см. раздел 2.2), уничтожившие поселения середины III тысячелетия до н. э., а также сильные землетрясения в Центральном Загросе [Bachmanov et al., 2004]. Выявлены два сильнейших ($M \geq 7,3$ и $M \geq 7,2$; см. раздел 1.3.4) землетрясения в Памбак-Севанской зоне разломов Северной Армении, которые привели к гибели поселения поздней КУАК, датировемого XXVI–XXII вв. до н. э. [Philip et al., 2001].

Третий кризис. Исторически он охарактеризован полнее. С ним связан переход от бронзового к железному веку. Социально-политические события кризиса многообразны. В XIV в. до н. э. политическую ситуацию в Ойкумене определяло соперничество двух великих держав: Египта и Хеттского царства, закончившееся после долгих войн, истощивших обе страны, подписанием около 1284 г. до н. э. мирного договора [Заблоцка, 1989]. К этому соперников подталкивали внутренние проблемы и набеги кочевых соседей. Вероятно, экономические ресурсы Египта были обширнее, о чём свидетельствует грандиозное строительство, предпринятое Рамсесом II после заключения мира. Ассирия, испытавшая непродолжительный подъём в первой половине и середине XIII в., была ослаблена постоянным соперничеством с Вавилонией за

гегемонию в Месопотамии и к концу столетия, как и Вавилон, не представляла большой политической силы. В Эгейском регионе господствовали ахейские города-государства, которые около 1450 г. до н. э. сокрушили своего прежнего сюзерена — Минойскую державу Крита (см. раздел 2.3).

В конце XIII в. до н. э. ахейские города в течение нескольких десятилетий были сокрушены нашествием дорийцев и фракийско-иллирийских племен [Андреев, 1989], что положило конец крито-микенской цивилизации и вызвало массовый отток из региона прежнего населения. На Ближнем Востоке этот отток, вовлекший в миграцию и другие племена, был воспринят как нашествие «народов моря», передвигавшихся как по суше с использованием конной тяги, так и по морю. В договоре между Рамсесом II и хеттским царем Хаттусилисом III о них ещё говорится как об оплачиваемых, но независимых союзниках хеттского царя [Заблоцка, 1989]. Затем тон сообщений меняется. В тексте фараона Мернептаха ~1234 г. сообщается о «северных народах из всех стран мира». Это народы акайваша (ахейцы?), туруша (этруски?), шекелеш (сикулы, или сикелы, давшие своим именем название Сицилии), лукка (ликийцы), которые, объединившись с ливийскими племенами, стали нарушать египетскую границу. Более поздняя (после 1215 г.) надпись Рамсеса III в храме Мединет-Абу гласит:

Чужеземные народы на своих островах составили заговор, и ни одна страна не устояла против их оружия. Хатти (Хеттское царство), Кищуватна, Каркемиш, Арцава, Аласия (мелкие государства Сирии) исчезли одновременно. Воины шли на Египет, и волна огня шла перед ними. Были среди них пелесет (пеласги, имя которых на новой родине — филистимляне, дало название Палестине), зикар, шекелеш, дануна (данайцы? — собирательное имя ахейско-ионийских племен Греции) и вашаш [Заблоцка, 1989].

В итоге вторжения Хеттское царство было разгромлено (~1200 г.), и на его месте прежними жителями и пришельцами с Балкан, из Эгейского региона и других соседних с Анатолией областей были созданы мелкие поздnehеттские государства. В разгроме Хеттского царства приняли участие мушки — как полагают, предки армян [Дьяконов, 1967], захватившие верховья бассейна Евфрата и вытеснившие оттуда ликийцев. Новые государства были созданы пришельцами и на территории Сирии и Палестины, где Египет в значительной мере утерять своё влияние. В результате победы Рамсеса III в 1190 г. сам Египет выстоял, но вынужден был допустить расселение пришельцев в районе дельты.

Жители Месопотамии подверглись другому бедствию — нашествию кочевых западносемитских племен арамеев, выходцев из Аравии. Первые упоминания о стычках с ними относятся ещё к XIV в. до н. э. До конца XII столетия Ассирии удавалось отражать их натиск, да и сами арамеи, видимо, не ставили своей целью захват земледельческих территорий, ограничиваясь разбойными нападениями. В начале XI в. арамеи захватили Средний Евф-

рат, лишив Ассирию богатых земледельческих районов и затруднив ей доступ в Сирию [Заблоцка, 1989]. Голод и внутренняя политическая нестабильность ассиро-вавилонского общества сделали его добычей мигрантов. Арамейские племена халдеев захватили Вавилонию. Территория Ассирии, лишённой сырьевых колоний, предельно сократилась. Под контролем арамеев оказались Северная Месопотамия и более северные и западные территории, где они захватили позднешеттские государства. На захваченной территории арамеи частично перешли к оседлому образу жизни.

Перемещение арамеев вовлекло в движение израильско-иудейские племена, кочевавшие в Аравии. Оказавшись в Палестине, они смешались там с ранее пришедшими группами тех же и родственных племен (ещё Мернептах в конце XIII в. сообщал о разгроме Израиля) и оседлыми племенами хананеев и сами перешли к оседлому образу жизни. Консолидация общества в условиях борьбы с соседними арамеями и филистимлянами привела к созданию около 1000 г. до н. э. Израильского государства.

Волна «великого переселения народов» затронула и арийские племена, кочевавшие в это время, вероятно, в Зауралье и Средней Азии. Первая волна индоариев достигла Ирана ещё в середине II тысячелетия до н. э. [Фрай, 1972]. Оттуда они позднее перекочевали в Северо-Западную Индию, где утвердился на развалинах индской цивилизации, созданной родственными эламитами дравидскими племенами. Первые признаки неблагополучия наметились в этой земледельческой цивилизации ещё в первой половине II тысячелетия, а к середине тысячелетия деградация стало очевидной. Сохранились лишь отдельные центры, тяготевшие к океанскому побережью и Северо-Западному Индостану.

В конце II тысячелетия до н. э. на территорию Ирана проникают ирано-арийские племена андроновской культурной общности. Они выйдут на широкую политическую арену лишь в I тысячелетии до н. э., но пока под их контролем оказались важные источники минерального сырья, необходимого государствам Месопотамии. В процессе освоения новых территорий арии вступали в контакты с хурритами, населявшими Закавказье и соседние области Ближнего Востока, и эламитами на юго-западе Ирана. Усилившийся в конце II тысячелетия Элам контролировал торговые связи Месопотамии с востоком.

Изменение политической карты Восточной Ойкумены, связанное с описанным «переселением народов», историки объясняют, в первую очередь, внутренними политическими и экономическими трудностями, которые испытывали в это время цивилизованные общества Восточного Присредиземноморья и Ближнего Востока. Причинами этих трудностей были экстенсивное сельское хозяйство, непрерывные войны, оскудение существовавших источников минерального сырья и сложность освоения новых источников, контролируемых воинственными «дикими» племенами [Заблоцка, 1989]. Однако большинство перечисленных причин действовали и до кризиса, но приобрели решающее значение лишь во время него. Очевидно, дело не только в них.

Одной из причин, углубивших кризис обществ Восточной Ойкумены, могло быть ухудшение климата (рис. 98). В долине Инда в интервале

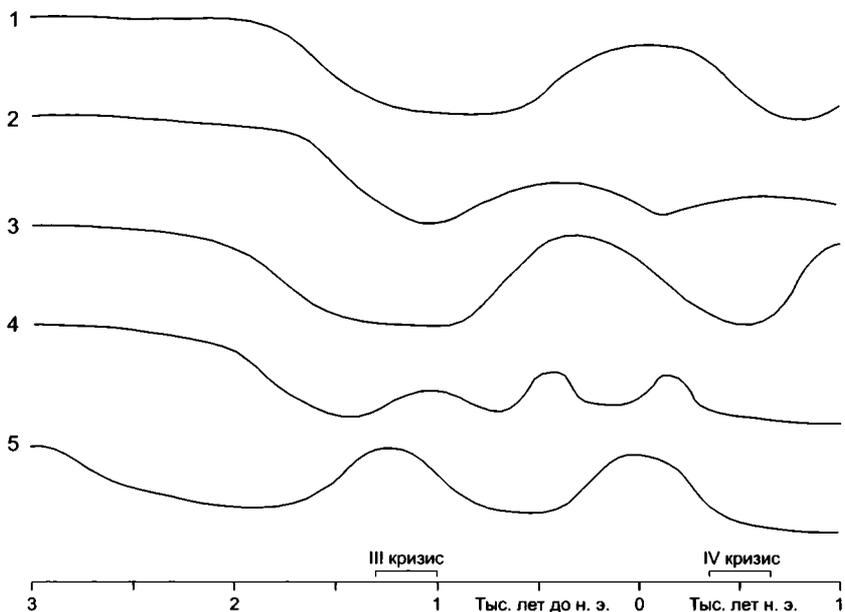


Рис. 98. Изменения увлажнения в Восточной Ойкумене со II тысячелетия до н. э. по I тысячелетие н. э.

1 — долина Инда [Dhavalikar, 1991]; 2 — Гималаи и горы Центральной Азии [Мурзаева, 1991; Развитие..., 1993]; 3 — Арал–Сарыкамыш [Развитие..., 1993], 4 — юг Туркмении [Трубихин, 1989; Мурзаева, 1991]; 5 — Израиль [Issar, 1996]

3–1,8 тыс. лет до н. э. было тепло и влажно, что способствовало расцвету земледельческой индской цивилизации. В период времени 1,8–1 тыс. лет до н. э. условия становились всё более аридными, что привело к её деградации и гибели [Dhavalikar, 1991]. Указанная аридизация фиксируется на обширной территории. На северо-западе Индийского щита она отмечена регрессией и последующим пересыханием пресного озера Дидвана [Мурзаева, 1991]. В горах Центральной Азии прежде тёплые и влажные условия сменились в середине II тысячелетия до н. э. похолоданием и аридизацией, причём в Гималаях они сопровождались наступанием ледников, достигшим максимума около 1000 г. до н. э. [Bhattacharyya, Yadav, 1991].

Аридизация отмечена в Китае [Liu Tungsheng, 1996]. В Средней Азии с ней совпадают поворот Амударьи в Арал и иссушение Сарыкамышского озера и Узбоя, длившиеся с начала II до начала I тысячелетия до н. э. [Развитие..., 1993]. Чуть позже (VIII–VII вв.) иссушение усилилось, и произош-

ла регрессия также Аральского моря. На юге Туркмении влажные условия атлантики продолжались до конца III тысячелетия до н. э., а затем началось прогрессирующее иссушение, сопровождавшееся отступанием лесов [Трубихин, 1989; Муразаева, 1991]. Иссушение территорий Средней Азии и Казахстана, вероятно, явилось одной из причин миграции скотоводческих арийских племен, первая волна которых через Иран достигла Северо-Западной Индии, а последующие осели в Иране.

Иссушение фиксируется по палинологическим данным в Центральной и Северной Турции [Bottema, 1991] и в районе Персидского залива [Муразаева, 1991]. В Закавказье (Присеванье) оно продолжалось до IX в. до н. э. [Саядян, 1983]. Возможно, именно аридизация Аравийской степи была одной из причин того, что кочевые арамейские племена, прежде довольствовавшиеся набегами на земледельческие оазисы, теперь вынуждены были завоевывать их для прокорма скота. Вместе с тем аридизация ослабила экономику земледельческих обществ, сделав их более лёгкой добычей для завоевателей. На фоне общего иссушения Палестина 1,5–0,8 тыс. лет до н. э. отличалась относительным увлажнением [Issar, 1996], достигшим максимума в XIII в. Возможно, поэтому туда мигрировали в этот период и древнееврейские и арамейские племена, и филистимляне.

Анализируя списки «народов моря» в египетских текстах, обнаруживаем, что это преимущественно выходцы из Эгейского региона, включая Сицилию и Крит, входившие в ту же культурную общность (данайцы, ахейцы, пеласги, секулы), а также жители Малой Азии, которые могли быть вовлечены в движение потоком мигрантов (ликийцы, этруски). Эгейский регион выделяется среди других регионов Восточной Ойкумены повышенной сейсмичностью. Археосейсмологические исследования показали, что в XIII в. до н. э. крупнейшие города микенского мира были разрушены серией катастрофических землетрясений, что сделало их более лёгкой добычей для дорийских завоевателей [Archaeoseismology, 1996]. По мнению А. О. Селиванова [2000], деградация индской цивилизации, происходившая в середине II тысячелетия до н. э. и особенно заметная в начале его второй половины, помимо социально-экономических и климатических причин, могла быть вызвана разрушением ирригационных систем сильными землетрясениями. Предпринятый нами анализ Каталога сильных землетрясений позволил предположительно наметить внутри этой эпохи сеймотектонической активизации два пика усиления сейсмичности — около 1400 г. и во второй половине XIII в. до н. э. (см. 35). Поздним отголоском того же кризиса могли быть сильнейшие землетрясения в Израиле и Армении в первой половине VIII в., причём в Армении (Юго-Восточное Присеванье) землетрясение сопровождалось вулканическим извержением и способствовало покорению возникших там протогосударственных образований войсками Урарту (см. раздел 2.1).

Таким образом, крупнейший социально-политический кризис древнего мира XIV–XI вв. до н. э. явился результатом взаимодействия разнообразных факторов: внутренних трудностей цивилизованных сообществ, их войн между собой и с более «дикими» соседями, кризиса поставок сырья, которые

сочетались с ухудшением климата и усилением тектонической активности в Эгейском регионе, а позднее и на обрамлениях Аравийской плиты. Эти природные изменения начались несколько раньше социально-политических проявлений кризиса, но достигли максимума именно в течение него.

Четвёртый кризис. Он продолжался с IV до IX в. н. э. и привёл к крушению античного мира и переходу к средневековому феодальному укладу. Кризис отмечен изменением политической карты Ойкумены и «великим переселением народов». К этому времени относится деградация и гибель прежде процветавших классических царств Индии. Важнейшими событиями, на несколько столетий определившими ход истории и развитие культуры, были падение Западной Римской империи, сопровождавшееся возникновением в Европе более мелких, порой эфемерных государств, и становление двух новых культурных центров Ойкумены — Византии и Арабского халифата. Эти изменения способствовали широкому распространению христианства и ислама, ставших крупнейшими мировыми религиями. Конкретные исторические события эпохи достаточно широко известны, и нет нужды их излагать. Поражает та быстрота, с которой пали веками сложившиеся институты Римской империи, а сравнительно небольшое племя арабов-кочевников завоевало огромные и отчасти густонаселенные территории с цивилизованным населением. Каждое из этих событий продолжалось лишь ~100 лет.

Об исторических предпосылках обоих событий написано много и убедительно. Несомненны предшествовавшие падению Рима и нараставшие несколько столетий разложение римского общества и деградация высших институтов власти, обесценивание прежних культурных достижений и нравственных принципов распространением христианской идеологии, подрыв экономики борьбой с усиливавшимся давлением «варваров». Также несомненны (при внешнем великопении) политическая и экономическая слабость сасанидского Ирана, последние правители которого утратили контроль над удалёнными провинциями. Тем не менее, как и в случае третьего кризиса, только социально-экономические факторы не исчерпывают всех особенностей эпохи.

С достаточной определённостью выявляется иссушение климата. В Средней Азии оно намечилось ещё в III в. н. э. и продолжалось до XI в. Его индикаторами являются развивавшаяся в первые века нашей эры и продолжавшаяся до VIII в. регрессия Сарыкамышского озера и прекращение стока по Узбою [Развитие..., 1993]. С конца III в. фиксируется прогрессирующая аридизация Южной Туркмении [Трубихин, 1989]. В долине Инда аридизация пришла на смену относительно влажным условиям, господствовавшим до V в. н. э. [Dhavalikar, 1991]. Во впадине Систан (ЮЗ Афганистана) и в районе Севана более засушливые условия фиксируются после периода увлажнения, имевшего место в I–II вв. н. э. [Мурзаева, 1991]. В Севанском районе Армении иссушение продолжалось с V по X в. и сопровождалось значительной регрессией озера (см. рис. 97). Тогда же отмечены признаки иссушения на Северо-Западном Кавказе и сокращение горного оледенения

на Большом Кавказе. С V в. началась, достигла максимума в VI–VII вв. и продолжалась до XII в. дербентская регрессия Каспийского моря, в наивысшую фазу которой его уровень был на –6 м ниже современного (см. раздел 5.1.1). На территории Израиля аридизация сменила относительно влажный период, охватывавший последние века до нашей эры — первые века нашей эры, когда уровень Мёртвого моря поднимался на 50 м выше современного и его берег был возле Иерихона [Issar, 1996].

Наступление аридных условий было пагубным для Римской империи. Дело в том, что существование города-гиганта Рима, население которого достигало 1,5–2 млн в эпоху расцвета, радикально изменило сельскохозяйственную географию страны. Жители Апеннинского полуострова стали специализироваться на животноводстве, овощеводстве, садоводстве и виноделии, а производство зерна и растительного масла — основных продуктов питания — сосредоточилось в Северной Африке (прежнем Карфагене) и Сирии–Палестине. Иссущение этих регионов усугубило и без того сложную проблему обеспечения метрополии продуктами питания и приблизило крах империи. Аридизация сократила сельскохозяйственное производство и в пограничных с пустынями районах сасанидского Ирана, включая Месопотамию и Среднюю Азию, осложнив социально-политическую обстановку и сделав эти регионы более лёгкой добычей для арабов.

При оценке уровня сейсмичности Восточной Ойкумены в эпохи этого и последующего кризисов следует учитывать два обстоятельства. Во-первых, это общее улучшение регистрации сильных землетрясений со временем, в котором намечаются три «скачка»: 1) начало систематического письменного фиксирования сильных сейсмических событий, которое в Эгейской области и Восточном Средиземноморье приходится на вторую половину I тысячелетия до н. э.; 2) существенное улучшение их регистрации в конце XVIII — начале XIX в.; 3) введение инструментальной регистрации землетрясений с начала XX в. Во-вторых, со временем расширялась территория устойчивой регистрации сильных землетрясений. Во второй половине I тысячелетия до н. э. и в течение большей части I тысячелетия н. э. ею охватывались лишь Эгейский регион, Анатолия и Восточное Присредиземноморье. На мусульманском Востоке устойчивая регистрация землетрясений началась в IX–X вв. с расцветом Арабского халифата, а в Карпато-Балканской области ещё позже — в XII в. На обрамлениях Индийской плиты этот процесс начался только в середине XIX в.

На фоне повышения количества сейсмической энергии, выделенной установленными землетрясениями второй половины I тысячелетия до н. э. и I тысячелетия н. э., эпоха четвёртого кризиса даёт всплеск, названный «ранневизантийским пароксизмом». Он начался в IV в. н. э. Самым сильным, возможно сильнейшим в истории Эгейской области, было землетрясение 365 г., при котором юго-западный край Крита поднялся на высоту до 8,5 м [Pirazzoli, 1986]. Это событие, вероятно, спровоцировало землетрясения в других районах Средиземноморья (см. раздел 1.5). Серия сильных землетрясений фиксируется также в V–VII вв. в Эгейской области, запад-

ной части Северо-Анатолийской зоны разломов и Восточном Присредиземноморье (см. рис. 35). Намечаются два пика усиления сейсмичности — в IV и VI вв., причём в Левантской и Восточно-Анатолийской зонах они на несколько десятилетий опережают Северо-Анатолийскую зону. В VIII–IX вв. сильные землетрясения охватывают, кроме указанных областей, Армянское нагорье, Загрос, Северный Иран и Бактрию.

Таким образом, и в этом случае, как и при кризисе XIV–XI вв. до н. э., социально-экономические истоки кризиса сочетались с неблагоприятными воздействиями климатических и геодинамических факторов. Ухудшение климатических условий началось неодновременно и имело разную длительность в разных частях Ойкумены, но его максимальные и повсеместные проявления пришлись именно на эпоху кризиса IV–VII вв. н. э. Что же касается социально-политических изменений, явившихся последствиями кризиса, то они продолжались ещё несколько столетий — по меньшей мере до IX в.

Пятый кризис. В качестве такового можно рассматривать эпоху, начавшуюся в XVII в. и продолжавшуюся до начала XX в. Это был кризис феодальной социально-экономической системы, приведший к формированию нового жизненного уклада, основанного на принципах свободного рынка, гражданского общества, на быстром развитии новых индустриальных технологий, которые Дж. Бернал [1956] назвал промышленной революцией, на глобализации мировой экономики в результате экспансии новейшей западноевропейской цивилизации. Кризис сопровождался массовой миграцией населения, прежде всего в Америку, и формированием новых мировых центров политического влияния. Его проявлениями были формирование и распад мировой колониальной системы. XX век ознаменовался такими событиями, как мировые войны, создание и крах диктаторских режимов, поиски новых путей общественного развития в виде попыток создания социалистического общества. Вместе с тем последний кризис совпал с обострением общего социально-экологического кризиса человечества, обусловленного его неуклонно возрастающим давлением на природу. С XIX в. этот процесс усилился и стал угрожать существованию человечества. Возможный выход из него в виде перехода к устойчивому развитию рассмотрен в разделе 6.2.

Подобно четырём описанным кризисным эпизодам, пятый кризис был эпохой существенного ухудшения климата, известной как Малое скандинавское оледенение (см. раздел 3.4). Его первые признаки наметились ещё в конце XVI в. Похолодание достигло максимума в XVII в. и продолжалось до XIX в. Оно отмечено в разных частях Северного полушария от Северной Америки до Китая. В Альпах, Скандинавии и Исландии, на Аляске и в Андах, на Кавказе, Тавре и в горах Средней Азии в XVI–XIX вв. зафиксировано наступление горных ледников. Похолодание проявилось и в рассматриваемой части Альпийско-Гималайского пояса, причём в Средней Азии, на Тибете и во Внутренних Гималаях оно сопровождалось иссушением, а в некоторых горных областях, например на Северо-Западном Кавказе и в окрестностях Севана, незначительным увлажнением. Похолодание снизило про-

дуктивность сельского хозяйства и в ряде регионов заставило отказаться от его традиционных форм. Голод во время наибольшего похолодания на Британских островах в последнем десятилетии XVII в. унёс больше человеческих жизней, чем эпидемия чумы 1340-х годов [Селиванов, 2000].

В XVIII–XIX вв. началось слабое потепление, сменявшееся эпизодами похолодания. В XX в. потепление стало более заметным: за столетие средняя температура у земной поверхности поднялась почти на 1°C, а за последние 10–15 лет стало ещё на –0,75°C теплее. Потепление фиксируется в масштабе всей планеты, и особенно Северного полушария, тогда как на локальном уровне картина более пёстрая. Многие исследователи связывают потепление с увеличением парникового эффекта, вызванного ростом концентрации антропогенного CO₂ в атмосфере в связи с промышленной революцией и ростом численности населения, или считают его косвенным результатом хозяйственной деятельности — разрушения естественных экосистем, служащих регулятором водяного пара в атмосфере. Однако, как полагают К. Я. Кондратьев и В. К. Донченко [1999], никаких чётких сигналов, которые прямо свидетельствовали бы о связи современного потепления с этими явлениями, не выявлено, и вопрос о том, в какой мере оно обусловлено антропогенными факторами, а в какой — природной ритмичностью, остаётся открытым.

Сейсмотектонические проявления кризиса отражены во временных рядах распределения числа сильных землетрясений и выделенной ими сейсмической энергии в пределах Восточной Ойкумены в целом, её провинций и крупных зон. Однако оценить это отражение можно лишь с учётом отмеченных выше особенностей регистрации землетрясений. Так, усиление сейсмических проявлений в первой половине II тысячелетия н. э., особенно заметное в Левантско-Восточно-Анатолийской зоне, не может считаться равноценным «ранневизантийскому пароксизму», если учесть резкое увеличение в эту эпоху площади устойчивой регистрации сильных землетрясений. Значительное возрастание сейсмичности происходит лишь во второй половине XVII в. С конца XVIII в. сейсмичность вновь начинает возрастать и достигает максимальных показателей во второй половине XIX в. — первой половине XX в. Во второй половине XX в. в большинстве сейсмотектонических зон и регионе в целом фиксируется сейсмический спад (см. рис. 35).

Таким образом, последний кризис, подобно предыдущим, был эпохой сейсмической активизации. Её характеризуют два пика сейсмичности — второй половины XVII в. и второй половины XIX в. — первой половины XX в. Имея в виду прогрессирующее улучшение регистрации землетрясений и переход в конце XIX в. к инструментальной регистрации, мы не можем быть уверенными, что второй пик был сильнее первого.

Итак, пять рассмотренных кризисов (табл. 11) не только были эпохами социальных потрясений, но и приводили к переходу человеческих сообществ на качественно иной технологический, экономический, демографический и политический уровень. Связанные с ними социально-политические события продолжались некоторое время и после окончания кризисов. Они подготовлялись предшествовавшим развитием сообществ и были в значительной мере

Таблица 11. Многовековые кризисы среднего и позднего голоцена

Время	Климат	Тектоника	История
Начало IV тысячелетия до н. э.	Появление изменений от года к году, режима ENSO в Пацифике	Землетрясения и вулканизм в Армении	Первые опыты бронзы. Первые государства Шумера. Возникновение производящей экономики в Пацифике
Середина III тысячелетия до н. э.	Иссушение в Египте, Шумере, Южной Туркмении, Присеванье. Регрессия Чёрного моря	Землетрясения и вулканизм в Армении и Южной Сирии	Распад раннеземледельческих культур. Переход к полукочевому скотоводству. Падение Шумера и Древнего царства Египта
Вторая половина II тысячелетия до н. э.	Иссушение Китая, Инда, Центральной Азии, Туркмении, Турции, Закавказья, Персидского залива	Два пика сейсмичности: ~1400 г. и XIII в. до н. э.	Падение ахейских государств, Хеттского царства, Вавилонии, индской цивилизации. Массовые миграции. «Народы моря». Переход к железному веку
Середина и вторая половина I тысячелетия н. э.	Иссушение Средней Азии, Афганистана, Инда, Большого и Малого Кавказа, Израиля, Северной Африки. Регрессия Каспия	Два пика сейсмичности: IV и VI вв., активизация до IX в.	Падение Западной Римской империи и сасанидского Ирана. Арабские завоевания. Массовые миграции и новые государства. Южные славяне и первые славянские государства
XVII–XX вв.	Малое скандинавское оледенение: похолодание и наступление горных ледников. Иссушение в Средней и Центральной Азии	Два пика сейсмичности: во второй половине XVII в. и в конце XIX – начале XX в.	Неурожай и голод в Европе и на Руси. Смутное время. Массовые миграции. Промышленная революция. Мировые войны первой половины XX в. Поиски новых политических концепций

обусловлены их внутренними противоречиями и взаимодействием соседей. Вместе с тем все кризисы характеризовались ухудшением климатических условий в Восточной Ойкумене — иссушением и отчасти похолоданием. Эти явления не вполне совпадали по времени в разных областях, но в эпохи кризисов оказывались всеобщими. Возможно, климатические особенности этих эпох имели глобальное распространение. Все кризисы с большей или меньшей надёжностью определяются также как эпохи усиления сейсмичности и иногда вулканизма, отражающих тектоническую активизацию. В течение двух последних эпох и, возможно, предыдущей активизация выражена двумя пиками сейсмических проявлений. По-видимому, синхронные климатические и геодинамические изменения внесли вклад в развитие кризисов.

Каждый кризис продолжался несколько столетий (в наиболее типичном проявлении ~300 лет). Временные интервалы, замеренные соответственно между началом или концом соседних кризисов дали следующие результаты: между первым и вторым кризисами — ~1400 лет; между вторым и третьим — 1200 лет; между третьим и четвёртым — 1800 лет и между четвёртым и пятым — 1200 лет. Таким образом, наиболее характерный интервал между кризисами ~1200 лет, и лишь в одном случае он возрастает до 1800 лет. Интересно, что такую же длительность имеет, согласно Л. Н. Гумилёву [1990], время активного развития этноса. По его данным, средняя продолжительность активной жизни этноса от начала подъёма до конца «инерционной» фазы охватывает ~1200 лет, а общий возраст до конца регенерационной стадии «мемориальной» фазы — ~1500 лет.

5.2.2. Этапы происхождения славян и развития русской государственности в контексте тектоноклиматических ритмов среднего и позднего голоцена

Проявления ритмичности геодинамических и климатических воздействий на развитие общества рассмотрены выше в основном на примерах центральной части Альпийско-Гималайского горного пояса и её обрамлений — региона, который мы, следуя античной традиции, назвали Восточной Ойкуменой. Исследование не казалось нам законченным без того, чтобы оценить, насколько выявленные закономерности приложимы к территории России и, прежде всего, Восточно-Европейской платформы, где находился изначальный центр Российского государства и живёт большинство его населения. Мы не ставим задачи подробно исследовать проблему, намечены лишь пути и основные вехи её решения. При этом учитывается, что вялые современные тектонические движения, редкие и слабые землетрясения на Восточно-Европейской платформе едва ли оказывали существенное влияние на историческое развитие. Его можно ожидать от климатических изменений, поскольку значительная часть региона находится в области рискованного земледелия.

Как уже отмечалось, вершиной развития энеолитической производящей экономики в Юго-Восточной Европе была кукутени-трипольская земледельческая культура, возникшая в конце V – начале IV тысячелетия до н. э. Опираясь на анализ археологического материала и его сопоставление с более поздними культурами и этнографическими особенностями славянских народов, В. Н. Даниленко [1974] и Б. А. Рыбаков [2002] реконструировали у носителей этой культуры культово-идеологические черты, присущие позднейшим индоевропейским культурам бронзового века, допуская тем самым индоевропейскую принадлежность самой кукутени-трипольской культуры. Среди параллелей, выявленных Б. А. Рыбаковым при сравнении мелкой пластики и рисунков на трипольской керамике с текстом «Ригведы», особенно убедительными выглядят: трехъярусная картина Мира (верхнее небо как источник атмосферных осадков; нижнее небо с Солнцем и светилами); земная поверхность, населённая людьми, животными и растениями; аналогии главного женского божества развитого Триполья с прародительницей Мира Адити; наличие трипольского прототипа Пуруши. Б. А. Рыбаков показал присутствие трипольских образов в народном искусстве восточных славян вплоть до недавнего времени. Если прибавить цитируемый Б. А. Рыбаковым вывод Б. В. Гарнунга, что языковые предки протославян на том этапе развития могли находиться только среди носителей трипольской культуры, то их важная роль в становлении славянского этноса становится весьма вероятной.

Со второй половины IV тысячелетия и особенно интенсивно в первой половине III тысячелетия до н. э. население кукутени-трипольской культуры, находившейся в стадии зрелого расцвета, вступает во взаимодействие с соседними племенами полукочевых скотоводов – создателей мегалитических курганных степных культур, распространявшихся от Центральной Европы до Поволжья и Южного Урала. Многие исследователи видят в них языковую общность, объединявшую предков ариев, греков и, возможно, армян. По-видимому, ещё предками носителей этой культурной общности и, скорее всего, в Северном Причерноморье не позднее конца V тысячелетия до н. э. была одомашнена лошадь (см. раздел 2.1). Затем, уже в рамках степной культурной общности, возник культ коня. Кукутени-трипольское население оказало на степную общность культурно-идеологическое влияние и сама испытала её воздействие. Оно проявилось, в частности, на рубеже IV и III тысячелетий находками в горизонте Триполье В1₂ (как и в одновозрастных балканских земледельческих культурах) конеголовых скипетров.

К середине III тысячелетия до н. э. кукутени-трипольская культура возрождается. Неясно, какую роль в этом сыграли степные культуры, но на уровне Триполья В2–С1 на её проявления наслаивается усатовская культура (XXV–XXIV вв.), также распавшаяся к концу III тысячелетия, причём часть её населения, по мнению некоторых исследователей, мигрировала на север, где участвовала в формировании среднеднепровской культуры.

Упадок и распад кукутени-трипольской культуры и одновременная деградация балканских земледельческих культур, также представлявших высшую форму ранних комплексных обществ, совпал с усилением миграции

степного населения Юго-Восточной Европы, расселившегося на пространствах от Центральной Европы до Северного Казахстана. Здесь во второй половине III тысячелетия сформировалась ямная культура, которую считают предковой для индоиранских ариев. Тогда же или чуть раньше (XXVII–XXII вв.) на юге Европы появились культура шаровых амфор и, вероятно, производная от неё культура шнуровой керамики, области распространения которых отчасти совпадают с областью позднейшего расселения предполагаемых праславян. Для создателей этих и подобных культур были характерны ведущая роль скотоводства с конными пастухами, колёсный транспорт, социальное расслоение с появлением вождей и воинов-всадников. Вместе с тем, при высокой мобильности эти племена были полукочевыми, а не кочевыми: они сохраняли занятие земледелием, а в числе домашних животных разводили свиней.

Распад древнеземледельческих обществ, построенных на принципах первобытного равенства, и распространение указанных культур отразили переход к бронзовому веку, коренные изменения в технологии и экономике производящего хозяйства и организации общества. Б. А. Рыбаков [2002] показал, что тогда же окончательно утвердился патриархат и зародилась геоцентрическая система с представлениями о потустороннем (загробном) мире. Все эти события пришлось на эпоху второго природно-социального кризиса. Он отвечал концу атлантики и характеризовался похолоданием и иссушением климата.

Конкретная интерпретация значения этого перелома для этногенеза славян зависит от принимаемой концепции их прародины. По мнению О. Н. Трубочёва, протославянская культурно-языковая общность выделилась из индоевропейской семьи в конце III – начале II тысячелетия до н. э. на Среднем Дунае. Ряд учёных расширяет этот ареал до Дунайско-Балканского региона в целом, включая в него Нижнее Подунавье и даже область к северу от Карпат. Распад древнеземледельческих культур Балкан и Северо-Западного Причерноморья, прежде всего Кукутени-Триполья, мог сыграть роль в таком обособлении.

Польские и отчасти чешские учёные разработали висло-одерскую концепцию прародины славян. Эту концепцию поглощает одерско-днепровская концепция, согласно которой прародиной славян была обширная область от верховий Одера до Среднего Днепра и от Припяти на северо-востоке до Карпат и Судет на юго-западе. Если следовать этой концепции, можно допустить, что частично мигрировавшее на север население распавшейся трипольской или усатовской культуры участвовало в этногенезе протославян. Одним из промежуточных звеньев могла быть среднеднепровская культура лесной зоны междуречья Припяти и Десны. Другим истоком протославян в рамках этой концепции могли быть создатели культур шаровых амфор и шнуровой керамики. Помимо того, что ареалы славянского этногенеза, предлагаемые двумя указанными концепциями, частично совпадают, существуют и компромиссные версии. Согласно В. Хенселю, протославяне обособились на Дунае, но стали праславянами, сместившись на север от Карпат.

Независимо от того, какую область считать первичным местом обособления протославян в ходе событий, последовавших за природно-социальным кризисом середины III тысячелетия до н. э., самой ранней культурой, которую можно признать собственно праславянской, является тшинецкая культура XVII–XIII вв., которую Б. А. Рыбаков [2002] распространяет на юго-восток под названием тшинецко-комаровской культуры. Она целиком укладывается в рамки одерско-днепровского ареала позднейшего расселения славян. Впитав традиции древних земледельцев и полукочевых скотоводов и развиваясь в эпоху между кризисами, эта культура характеризовалась невысокими темпами развития при сочетании оседлого скотоводства и земледелия. В обиходе преобладали кремневые изделия, а бронзы было немного, вероятно, из-за удаленности её источников.

Существенные изменения происходят в праславянском ареале в эпоху третьего природно-социального кризиса. В XIII в. до н. э., по данным Б. А. Рыбакова [2002], темп развития резко ускоряется. Западная часть праславянского мира попадает в область лужицкой культуры поздней бронзы — раннего железа, которую некоторые исследователи считают родоначальной также для балтов и германцев. На юге она охватывает область расселения кельто-иллирийских племен, где бронзолитейное производство было хорошо налажено. В рамках этой культуры происходит переход к использованию железа. Он распространяется и на восточную часть праславянского ареала, где темп развития, хотя и отставал, но также ускорился. В XII–XI вв. здесь возникает белогрудовская культура, которой в IX–VIII вв. приходит на смену чернолесская. Следы изготовления железа обнаружены уже на белогрудовских поселениях, а на чернолесских оно становится обычным. Вторым важным новшеством явилось восстановление ведущей роли земледелия, причём оно сопровождалось введением плужной вспашки.

Б. А. Рыбаков подчёркивает значение этой эпохи в истории праславян следующим образом: «Застойный темп развития тшинецких племён сменился стремительным движением в чернолесское время. Это — второй скачок после эпохи шаровых амфор и шнуровой керамики. Тот, первый, скачок был обусловлен появлением бронзы и развитием пастушеского скотоводства, а этот — усилением земледелия (пашенного, плужного) и открытием нового металла — железа» [2002, с. 252]. В связи с переходом к железному веку изменилась роль ландшафтных зон. В праславянском ареале не было месторождений меди и олова, и бронзу импортировали, причём в основном из степи. В месторождениях железосодержащих минералов, которые могли использоваться в ту пору, равно как и в древесном угле, необходимом для изготовления железа, в лесной и лесостепной зоне обитания праславян недостатка не было, и это обеспечило рывок в их развитии.

Вовлечение западной части праславян в лужицкую культуру, борьба племён восточной части ареала с киммерийцами в IX–VIII вв. и вовлечение их в VII–III вв. до н. э. в область скифского влияния положили начало разделению западных и восточных славян. Даже когда эти ветви сблизились,

например в III в. до н. э. — III в. н. э., их особенности сохранялись в различных западной, пшеворской, и восточной, зарубинецкой, культур.

Третий природно-социальный кризис ознаменовался, по данным Б. А. Рыбакова [2001], таким важным изменением в погребальном обряде и, в конечном счёте, идеологии тшинцеко-комаровского населения как переход от погребения скорченных трупов к трупосожжению и захоронению сожжённых остатков в урнах. Скорченные погребения в позе эмбриона означали подготовку покойного к повторному рождению (реинкарнации), что идеологически увязывалось с аграрным циклом и воспроизводящей силой земли. Захоронение покойных как бы подключало предков к обеспечению её урожайности. Обряд кремации означал переход души предка в небесную сферу, где душа могла содействовать благоприятному проявлению метеорологических факторов урожайности, и прежде всего своевременному выпадению дождей. Не забывалось при этом и обеспечение плодородия почвы, поскольку пережжённые остатки погребались в керамических урнах.

Переход от скорченных погребений к кремации произошёл в середине II тысячелетия до н. э. в рамках унетицкой культуры, предшествовавшей лужицкой. Поля погребальных урн появляются в XIII в. до н. э. на Среднем Дунае и распространяются в XII–X вв. на территории Чехии, Юго-Восточной Германии, Польши, Трансальпийской Галлии и Апеннинского полуострова. В восточных праславянских и славянских землях обряд кремации стал преобладать над ингумацией с конца IX в. до н. э. [Рыбаков, 2001, 2002] и в дальнейшем сосуществовал с ней, дожив до времён Владимира Мономаха. Соотношения кремации и ингумации варьировали, причём роль ингумации устойчиво возрастала в эпохи и в местах тесного сотрудничества с более развитыми соседями — греками, римлянами, византийцами. Для нас идеологический смысл появления кремации интересен тем, что оно означало большее внимание к метеорологическим факторам урожайности. Такая озабоченность древних земледельцев, не пользовавшихся орошением, могла быть связана с некоторым иссушением климата в эпоху третьего кризиса.

Дальнейшее развитие восточных праславян отмечено, согласно Б. А. Рыбакову [2001], культурами сколотов (скифов-пахарей, борисфенитов) и милоградской второй половины VII–IV вв. до н. э., зарубинецкой (III в. до н. э. — III в. н. э.) и черняховской (II в. — первая половина V в. н. э.). Если черняховская культура совпадала с восточной частью одеро-днепровской прародины славян и областью распространения архаичных славянских гидронимов, то культура сколотов охватила и более южные области лесостепи, что Б. А. Рыбаков объясняет мирными отношениями с ираноязычными скифами-скотоводами и тесным взаимодействием с греческой Ольвией на базе хлебной торговли. Более примитивная милоградовская культура соотносится Б. А. Рыбаковым с неврами Геродота.

Нашествие сарматов прервало эти социально-экономические успехи и привело к оттоку праславянского населения в северную лесную зону, где оно представлено более примитивной, чем сколотская, зарубинецкой культурой, синхронной раннепшеворской культуре западных славян. Последу-

ющее ослабление сарматского давления и, главное, завоевание Траянem черноморского побережья способствовало возвращению части восточнославянского населения в южные лесостепные и степные районы и его социально-экономическому прогрессу (черняховская культура) на базе развития земледелия и восстановления хлебной торговли через Ольвию с Римской империей.

Падение империи и Великое переселение народов соответствовали четвёртому природно-социальному кризису. Он выразился свёртыванием черняховской культуры и значительной миграцией славянского населения (вторая половина V – первая половина VIII в.). Славяне заселяют Балканский полуостров (формируется южнославянская ветвь) и одновременно восточные славяне распространяются на СВ – в области с редким балтским и финно-угорским населением. В ядре первичного обитания восточных славян, на Среднем Днепре, создаются основы восточнославянской государственности.

Последующие исторические события широко известны. Их основные вехи – развитие государства Киевской Руси, его распад на удельные княжества, татаро-монгольское завоевание и возрождение единой государственности на базе Московской Руси.

Последний природно-социальный кризис, продолжавшийся на рассматриваемой территории с конца XVI до XIX в., был эпохой Малого Скандинавского оледенения. Начало похолодания отмечено серией неурожайных лет в конце правления Ивана Грозного и в правление Бориса Годунова. Показательно, что территория северного Белозёрского княжества, бывшая прежде одним из важнейших сельскохозяйственных регионов, предметом вожделений и междоусобных войн вплоть до времен Василия II (Тёмного), теперь обезлюдела, а отдельные волости полностью лишились населения. Похолодание подорвало экономику севера Руси, вызвало неурожай и голод в других частях Московского государства и стало одним из факторов хаоса Смутного времени.

Начало кризиса привело к массовой миграции населения на южные окраины Московского государства. Поиски новых способов существования стимулировали колонизацию Сибири, охватившую весь XVII в. и закончившуюся в XVIII в. проникновением на Аляску и в Калифорнию. Итогом этой фазы кризиса явилось становление и усиление Российской империи. С глобальными социально-экономическими и политическими событиями, сопровождавшими последний кризис и последовавшими за ним, могут быть связаны и драматические события позднейшей российской истории.

Интересно, что, несмотря на явные признаки похолодания на севере Русской плиты, активно продолжались плавания и морские промыслы северных поморов. Иначе обстояло дело на северо-западном обрамлении Европы. Уже в XVI в. Датский пролив оказался забитым льдами, а сообщение с Исландией существенно затруднилось. Погибли североамериканские и гренландские колонии викингов, население Исландии деградировало и утратило навыки мореходства. Прибывшие в Исландию в начале XVII в. датчане обнаружили там лишь ~30 тыс. населения, занимавшегося ското-

водством и жившего в убогих землянках. Для сравнения укажем, что в эпоху викингов (XI–XIII вв.) население острова достигало 120 тыс. Его сокращение было обусловлено не только ухудшением климата, но и катастрофическими извержениями, приведшими к гибели населения и массовому падежу скота [Thorarinnsson, 1967]. Тем не менее роль климатических изменений несомненна. Вероятно, они были связаны с деградацией западной ветви Гольфстрима на севере Атлантики. В отличие от неё восточная ветвь, огибавшая Скандинавию с севера, сохранялась, обеспечивая повышенную увлажнённость и рост скандинавских ледников. По-видимому, она достигала Карского моря, делая его судоходным в летние месяцы. Во всяком случае порт Мангазея на его южном побережье в XVII в. продолжал функционировать. Однако к XVIII в. ситуация изменилась, и посланная Петром Первым экспедиция из-за обилия льдов не смогла достигнуть даже Новой Земли.

В XX в. в России, как и во всем мире, происходит потепление: с 1891 г. по 1998 г. приземная температура поднялась на 0,9°C [Лосев, 2001]. Потепление охватило почти все регионы, а в последнее десятилетие его тренд повысился.

Итак, четыре эпохи природных и социально-политических кризисов, имевших место в Восточной Ойкумене во второй половине голоцена (последние 5000 лет), явились переломными также в становлении славянского этноса и формировании восточнославянской (русской) государственности. Первая эпоха (середина III тысячелетия до н. э.) обозначила переход от энеолита к бронзовому веку и привела к выделению протославян из индоевропейской общности, передав им как реликты прежней земледельческой экономики, так и возникшие в ходе кризиса навыки пастушеского скотоводства. Вторая эпоха была переходом от бронзового к железному веку и, возможно, привела к некоторому обособлению восточной и западной ветвей праславян. Третья эпоха выразилась заселением славянами Балканского полуострова, расширением восточнославянского ареала на северо-восток и формированием в его ядре основ будущей восточнославянской государственности. Наконец, в четвертую эпоху после Смутного времени сформировалась Российская империя, охватившая обширные пространства Северной Евразии, а затем, в XX в., имели место драматические поиски нового пути.

Межкризисные эпохи были временем длительного и устойчивого существования крупных археологических культур, культурно-исторических и государственных общностей, иногда полиэтнических. Таковы кукутени-трипольская и тшинцево-комаровская культуры, союз скототских племён, Киевская, позднее Московская Русь и, отчасти, существовавшая между двумя пиками последнего кризиса Российская империя. Кризисы отличались от этих эпох социальными потрясениями, распадом или перестройкой сложившихся общностей, массовой миграцией населения и одновременно быстрыми изменениями, приводившими общество на качественно новый уровень.

5.2.3. Природа среднепериодных вариаций

В разделе 3.4 было показано, что в течение среднего и позднего голоцена различные области Восточной Ойкумены испытывали многовековые вариации климата разной продолжительности и не всегда синхронные. Но на этом пёстром фоне выделяются эпохи, когда эти изменения становились однонаправленными (в смысле неблагоприятности для жизнеобеспечения общества) в большинстве областей. С начала атлантики имели место пять таких эпох. Все они, кроме первой, выявлены и в Восточной Европе.

Вариации эндогенной активности в Восточной Ойкумене, выявленные по изменению числа сильных землетрясений и, более определенно, количества выделенной ими сейсмической энергии, также имеют пёстрое распределение. В большинстве активных зон выявлены сейсмические циклы продолжительностью 200÷300 лет, не совпадающие или не вполне совпадающие по фазам в разных зонах [Трифонов, Караханян, 2004]. Но в масштабе крупных сейсмотектонических провинций и, более чётко, для региона в целом на этом пёстром фоне выделяются общие эпохи усиления сейсмичности. Они имеют продолжительность ~300 лет и повторяются с той же периодичностью, что и общая составляющая климатических изменений, совпадая с эпохами ухудшения климата. Для каждой из трёх последних эпох намечаются по два пика усиления сейсмичности.

Поскольку сейсмичность, как показано в разделах 1.3 и 5.1.1, является отражением, хотя и неполным, тектонических процессов, мы вправе рассматривать такие эпохи как эпохи тектонической активизации. Некоторые из них отмечены также вспышками вулканизма. Таким образом, в течение среднего и позднего голоцена обнаруживается синхронная тектоноклиматическая цикличность, критические фазы которой, продолжавшиеся в наиболее типичном выражении ~300 лет, повторялись через 1200÷1800 лет. Вероятно, они проявлялись не только в Восточной Ойкумене, но и в других регионах.

Эти критические фазы, или эпохи, сочетаясь с особенностями внутренне-го развития и взаимодействия человеческих сообществ (этносы, племена, культуры и государства), давали результаты, влиявшие на развитие общества. Они приводили, с одной стороны, к социальной напряжённости, миграции населения, усилению вооружённых конфликтов, распаду казавшихся устойчивыми культурных объединений и государств, а с другой стороны, к появлению новых технологий и форм экономики и общественной жизни. Общественные движения, начавшиеся в такие фазы, например миграции населения, формирование и распад государств, могли продолжаться после кризиса ещё некоторое время (до 200 лет), после чего наступала относительная стабилизация. В отличие от критических фаз, разделявшие их эпохи характеризовались эволюционным развитием с более плавными преобразованиями и количественным накоплением возникших качеств.

Выявленная тектоноклиматическая цикличность, отчасти обусловившая неравномерность развития общества, близка по продолжительности к многовековым (1500–2000 лет) ритмам увлажнения А. В. Шнитникова [1957],

выделенным для того же временного интервала. Периоды колебаний в $1,5 \div 1,9$ тыс. лет фиксируются и в изменениях уровня Мирового океана [Селиванов, 1996]. Так, на материковом побережье Японского моря выявлены подъёмы его уровня до первых метров $\sim 0,15-0,2; 1,9; 3,4-3,5$ и $5,2$ тыс. лет назад. Подобные, но более слабые колебания устанавлены при анализе осреднённой глобальной кривой изменений уровня океана в течение последних 6 тыс. лет [Newman et al., 1980]. Подъёмы уровня совпадали с эпохами повышения температуры воздуха в Северном полушарии и, возможно, связаны с частичным таянием ледников, прежде всего Антарктиды и Гренландии. Они могли определяться той же системой климатообразующих процессов, что и ритмы А. В. Шнитникова.

Многовековым климатическим ритмам А. В. Шнитников [1957] предложил астрономическое объяснение, не получившим, однако, общего признания. По его мнению, они соответствуют периоду констелляций Луны, Земли и Солнца, в течение которого приливообразующая сила изменяется на величину $\geq 10\%$. При большой высоте приливов происходит смешивание глубинных и поверхностных вод, изменяющее атмосферную циркуляцию. Поскольку такие ритмы близки к выявленной периодичности усиления сейсмичности в Восточной Ойкумене (1200–1800 лет), можно допустить, что эти вариации приливообразующей силы влияли и на сейсмическую активность.

Для определения природы вековой тектоноклиматической цикличности большой интерес представляют результаты археомагнитных исследований С. П. Бурлацкой [1987]. Анализируя изменения напряжённости, наклонения и склонения геомагнитного поля, она выделила в спектре их колебаний наиболее характерные вековые циклы: $360 \pm 40, 600 \pm 50, 1200 \pm 50$ и 1800 ± 70 лет. Амплитуды изменений параметров геомагнитного поля в этих циклах представлены в табл. 12. С учетом пониженного числа рядов наблюдений большой продолжительности (достаточной, чтобы выделить периоды в 1200 и 1800 лет) С. П. Бурлацкая составила гистограмму повторяемости циклов разной частоты, из которой следует, что 1200-летний цикл выявляется чаще других.

1200-летний цикл С. П. Бурлацкая связывает со спиральной (против часовой стрелки) прецессией геомагнитной оси вокруг географической оси вра-

Таблица 12. Амплитуды вековых вариаций геомагнитного поля по археомагнитным данным [Бурлацкая, 1987]

Период (годы)	Напряженность (μT)	Наклонение ($^\circ$)	Склонение ($^\circ$)
1800	4–6	2	5–10
1200	4	2–5	6–8
600	4	1–4	3–5
300–400	2–4	1–5	3–8

нения при их медленном сближении. Один оборот такого движения как раз и составляет 1200 лет. С. П. Бурлацкая обсуждает также западное смещение геомагнитной оси со средней скоростью $\sim 0,2^\circ$ в год, источником которого может быть проскальзывание мантии относительно жидкого ядра. Оно устанавливается для циклов в $300 \div 400$ и 600 лет. Вместе с тем С. П. Бурлацкая отмечает, что связанная с 1800-летним циклом компонента вариаций «по величине коррелирует с глобальной компонентой западного смещения».

Таким образом, на масштабном уровне многовековых колебаний синхронность тектонических и климатических изменений может быть обусловлена вариациями магнитного поля Земли, связанного с особенностями вращения разных её оболочек и ядра, и, возможно, астрономическими факторами (по гипотезе А. В. Шнитникова, приливными воздействиями). Говоря об орбитально-астрономической регуляции сеймотектонических процессов на масштабных уровнях как в годы и десятки лет, так и в сотни и первые тысячи лет, мы имеем в виду лишь её триггерную роль при обусловленности тектонических процессов эндогенными энергетическими источниками. В неравновесных системах, определяющих как климатические, так и сеймотектонические события, систематическая прибавка небольшой, но ритмичной внешней нагрузки, которую обеспечивали орбитально-астрономические факторы, могла обусловить периодичность, причём синхронную, и климатических и тектонических проявлений.

5.3. Долгопериодные вариации в плейстоцене и временной предел астрономической регуляции ритмов

На масштабном уровне в десятки и сотни тысяч лет лучше изучены климатические изменения. В четвертичное время фиксируются изменения значений $\delta^{18}\text{O}$, отражающие цикличность глобальных климатических вариаций [Imbrie et al., 1984; Bassinot et al., 1994]. В эоплейстоцене эти циклы имели продолжительность 41 тыс. лет, а в плейстоцене — 100 тыс. лет [Ruddiman et al., 1986]. Менее отчетливо проявляются циклы с периодами в 19–23 тыс. и ~ 400 тыс. лет. С циклами коррелируют эпохи оледенений и межледниковий.

М. Миланкович [1939] впервые обосновал связь этих колебаний с изменениями интенсивности солнечной радиации в результате изменений орбитальных параметров Земли. В дальнейшем его построения были уточнены [Berger, 1984; Болышаков, 2000]. Цикличность определяется изменениями параметров вращения: эксцентриситета (цикл 100 тыс. лет), угла наклона оси вращения к плоскости эклиптики (41 тыс. лет) и прецессии — предвращения равноденствий ($19 \div 21$ тыс. лет). Изменение продолжительности цик-

лов на границе эоплейстоцена и плейстоцена может быть связано с тем, что в эоплейстоцене климатическая периодичность подчинялась в наибольшей мере вариациям угла наклона оси вращения к плоскости эклиптики, а в плейстоцене, с общим похолоданием и увеличением массы ледников в высоких широтах, определяющими стали колебания эксцентриситета [Большаков, 2000]. Как результат взаимодействия изменений всех указанных параметров, возникает интегральный 400-тысячелетний цикл.

Вопрос о существовании подобной тектонической ритмичности является предметом дискуссии. Решающими в ней стали различия подходов к происхождению цикловых террас и поверхностей выравнивания в горных областях. Эти уровни рельефа изменяют высотное положение, отражая развитие новейших структур — поднятий хребтов и межгорных впадин, нередко представляющих собой складки большого радиуса кривизны (так называемые складки основания). В тех случаях, когда базисом эрозии речных долин, пересекающих горные системы, служат бассейны, сообщающиеся с Мировым океаном, или крупные внутриконтинентальные водоёмы, климатически обусловленные изменения базиса эрозии (например, падение уровня моря в эпоху оледенения) приводят к формированию врезов и в конечном счёте террас или поверхностей выравнивания. Отсюда возникло мнение, что различия интенсивности врезания обусловлены наложением климатических событий на более или менее непрерывное тектоническое развитие орогена. Однако Н. П. Костенко [1972] и В. И. Макаров [1980] показали, что дело обстоит иначе.

Рассматривая смежные впадины и поднятия орогена в качестве сопряжённо развивающихся складок основания, мы неизбежно приходим к выводу о синхронности разрушения поднятий и накопления обломочного материала в смежных впадинах. При этом очевидно, что максимальное разрушение поднятий, эрозионно-денудационное их расчленение с выработкой так называемых врезов и максимальное активное осадконакопление во впадинах отвечают фазе активизации орогенических движений. Несогласия же в разрезах впадин, переходящие по простиранию в ступени денудационных поверхностей выравнивания на склонах поднятий, отвечают периодам затухания или по крайней мере ослабления тектонических движений... Изменениям в развитии поднятий отвечают особенности строения разреза отложений, выполняющих впадины... Тектоническая активизация проявлена активизацией осадконакопления, и прежде всего накопления грубообломочных отложений [Макаров, 1980, с. 142–144].

Таким образом, многократно описанные в горных системах врезы, разделяющие террасы и поверхности выравнивания, отражают как климатически обусловленное падение базиса эрозии, так и возрастание интенсивности вертикальной составляющей тектонических движений. Иначе говоря, на рассматриваемом масштабном уровне климатические и тектонические ритмы также совпадают, что может быть обусловлено регулирующей ролью

изменений параметров орбиты вращения Земли. Что же касается орбитально-климатического ритма в 400 тыс. лет, то при детальном исследовании намечается и его неотектоническое проявление. Так, на Тибете выделяются стадии ускорения воздымания с возрастными: ~1 млн, ~0,6 млн и начиная с 0,15 млн лет назад [Li Jijun, 1995]. Две последние стадии отмечены и в предгорьях Памира [Трифонов, 1983].

В геологической истории Земли выделяются и более долгопериодные ритмы: тектонические эпизоды с периодами повторяемости $1 \div 2$ млн лет; тектонические фазы Штилле с интервалами $10 \div 20$ млн лет; циклы Бертрана — смена таласократических и геократических эпох с интервалами ~200 млн лет; циклы Вилсона — периодическое схождение континентов в Пангею, повторяющееся через сотни миллионов лет. Возникают два вопроса. На каком масштабном уровне циклов связь тектоники и климата становится генетической, т. е. тектонические изменения обуславливают климатические, и нужна в их внешней регуляции отпадает? Есть ли грань между астрономически обусловленными ритмами и цикличностью как проявлением автоколебаний эндогенной жизни Земли, запечатленных в тектономагматических событиях?

Неотектонический (новейший) этап является геократической эпохой последнего, альпийского, цикла Бертрана, пришедшей в конце эоцена на смену таласократической эпохе мезозоя и раннего палеогена. Как и другие геократические эпохи, его отличают высокая контрастность рельефа и минимум трансгрессий на континентах, что связывается с общим изменением тектономагматической активности Земли [Трифонов, 1990]. Наиболее полное выражение новейший этап получил в течение последней крупной фазы диастрофизма Штилле, охватывавшей самый конец миоцена и ранний плиоцен (6–3,5 млн лет назад). В течение этой фазы и более отчетливо после неё фиксируются эпизоды тектонической активизации и ускорявшегося роста гор, общие для Среднеазиатского и Кавказско-Ближневосточного регионов, Загроса, Великой Африканской системы разломов, Исландии, Камчатки, запада Северной Америки и повторявшиеся через $1 \div 2$ млн лет [Трифонов, 1999]. А. Е. Додонов [2002] выделил в Средней и Центральной Азии, включая Тибет и Гималаи, эпизоды ~3,5; 2,5–1,8 и 1,0–0,8 млн. лет назад.

На этих масштабных уровнях климатические изменения следовали за тектоническими. Согласно изотопно-кислородным измерениям, глобальное похолодание начинается с конца эоцена, когда проявились первые признаки, характерные для новейшего этапа, а к олигоцену относятся первые следы оледенения Антарктиды. Похолодание стало особенно ощутимым в плиоцен-четвертичное время, с усилением горообразования. С середины плиоцена (~3 млн лет назад) оледенения фиксируются не только в полярных широтах — Антарктиде [Селиванов, 1996] и Исландии [Трифонов, 1983], но и в горах Средней Азии [Никонов, Пахомов, 1984]. Воздействие тектоники на климат могло определяться усилением теплоизоляции планеты в связи с горообразованием, а затем и вторичными эффектами геократизма — усилением климатической контрастности, возрастанием альбедо территорий, покрытых ледниковым и снежным покровами, и уменьшением

содержания CO_2 в атмосфере. Очевидная связь между тектоническими и климатическими событиями плейстоцена–квартера устанавливается в Центральной Азии на масштабном уровне эпизодов ускорения поднятия. Оно вызывало похолодание и сначала приводило к оледенениям. Но дальнейшее воздымание Гималаев–Тибета–Каракорума–Памира изменило атмосферную циркуляцию, преградив дорогу влажным муссонам Индийского океана [Möngg, 1991], из-за чего регион испытал аридизацию, и позднплейстоценовое оледенение имело гораздо меньшее распространение, чем ранне-среднеплейстоценовое [Додонов, 2002].

Таким образом, на масштабных уровнях порядка миллиона лет и больше климатические изменения обусловлены тектоническими, и нет нужды объяснять их синхронность внешними, орбитально-астрономическими, причинами. Сложнее решить вопрос, на каком масштабном уровне астрономические обусловленные ритмы могут сменяться автоколебаниями эндогенной активности. Мы полагаем, сугубо гипотетически, что эта грань проходит между тектоническими фазами и эпизодами. Для первых характерна одновременная тектономагматическая активизация областей с различными геодинамическими обстановками. Для вторых установлена противофазность активизации горно-складчатых поясов сжатия и рифтовых зон растяжения, которую можно считать проявлением периодических сжатия и растяжения планеты, обусловленных изменениями параметров орбиты [Bankwitz P., Bankwitz E., 1974; Милановский, 1978; Трифонов, 1999].

* * *

Итак, синхронность внутривековых вариаций климатических условий и сейсмических проявлений тектонических процессов может отражать их парагенетическую связь, обусловленную воздействием астрономических факторов — изменений параметров вращения Земли и солнечной активности. Орбитальные изменения и вариации интенсивности приливных воздействий могли определять и синхронность климатических и тектонических событий с цикличностью 1200–1800 лет. Изменения параметров орбиты Земли обусловили климатические и, вероятно, синхронные им тектонические циклы с периодами повторяемости в десятки и сотни тысяч лет. На всех этих масштабных уровнях орбитально-астрономические факторы выполняли для тектонических событий роль триггера (небольшой дополнительной нагрузки), вводя ритмичность в действие главного энергетического источника — эндогенных сил. На масштабных уровнях в сотни тысяч и миллионы лет очевидной становится генетическая связь между тектоническими и климатическими процессами — воздействие первых на вторые. На уровне миллионов лет орбитально-астрономическая регуляция цикличности природных процессов сменяется регулирующей ролью автоколебаний эндогенной активности Земли. Вопрос о том, вносили ли в эти колебания вклад вземные факторы, остаётся открытым.

Глава 6

Человек и природа

6.1. Человек в окружающей среде

Подавляющее большинство природных и социальных систем являются открытыми, т. е. через их границы осуществляется обмен энергией и веществом с окружающей средой. Этим они принципиально отличаются от закрытых систем, в которых действуют закон сохранения энергии и закон роста энтропии в результате всей суммы преобразований. Энтропия определяет качество закрытой системы. Есть системы с максимумом порядка и большим потенциалом к преобразованиям. В ходе преобразований порядка становится меньше (растёт хаос), их возможность уменьшается и при достижении максимума хаотичности, т. е. выравнивания энергетических потенциалов частей системы, при сохранении прежнего количества энергии возможность дальнейших преобразований исчерпывается и наступает «тепловая смерть» системы. Из-за обмена с окружающей средой открытым системам «тепловая смерть» не грозит. Большинство из них, кроме, может быть, самых примитивных, не-первых, нелинейны, т. е. не могут быть описаны простыми линейными зависимостями, и, во-вторых, диссипативны, т. е. подвержены энергетическим и вещественным преобразованиям, которые делают их развитие необратимым. Эти особенности определяют способность таких систем к самоорганизации (самоупорядочиванию, или совершенствованию) [Пригожин, Стенгерс, 1986].

На примерах, описанных в книге, проявились главные принципы, характеризующие процессы самоорганизации систем. Так, принцип подчинения позволяет свести анализ множества процессов в сложной системе к решению небольшого числа уравнений с сильно укороченным набором переменных. Реальное поведение системы во времени описывают медленно меняющиеся переменные. Они определяют значения быстро меняющихся переменных, которыми при оценке уровня порядка можно пренебречь. В предыдущих главах мы убедились, что краткие геодинамические события, пусть даже катастрофические, редко оказывали решающее воздействие на этнос, государство или цивилизацию. Его оказывали долгопериодные вариации параметров: климатические изменения, эпохи усиления тектонической, сейсмической и вулканической активности.

Принцип конкуренции мод основан на том, что любое движение в пространстве можно представить как сочетание так называемых нормальных мод, т. е. волн с различными длинами и частотами. Некоторые моды усиливаются быстрее других, как бы выигрывая в конкурентной борьбе. В этом

смысле законы внутреннего развития социальных систем более конкурентноспособны по сравнению с внешними геодинамическими воздействиями и в конечном счёте определяют ход истории. Но на определённых этапах геодинамические воздействия становятся сильнее усиливающейся моды, и их роль, положительная или отрицательная, оказывается решающей. Решающее положительное воздействие оказало улучшение климата на возникновение земледелия. Отрицательным для обитателей части Месопотамского прогиба был быстрый подъём уровня моря в начале IV тысячелетия до н. э., вынудивший их покинуть благодатное место прежнего обитания, надолго сохранившееся в памяти поколений как Потерянный рай. Иногда геодинамическое воздействие проявляется лишь по прошествии некоторого времени. Так было с гибелью Критской державы после Великохарпийского извержения, деградацией и, в конечном счёте, гибелью хараппской цивилизации после ухудшения климатических условий земледелия.

Открытая диссипативная система в процессе развития испытывает флуктуации. Если они малы, уравнения модели системы могут давать при определённых значениях их параметров стационарные устойчивые решения. Однако при превышении каким-либо параметром критического значения под влиянием тех же внешних сил будут возникать новые структуры в пространстве и во времени. Система эволюционирует и переходит в автоколебательный режим. При этом ресурс для таких колебаний может возрастать медленно, а переменная, потребляющая ресурс, изменяться быстро, пока ресурс не исчерпается. После восстановления ресурса процесс повторяется. Наконец, возможны ситуации, когда при сильных колебаниях система разрушается. На смену ей может прийти система более примитивная (с меньшим порядком) или более сложная (с большим порядком), причём не известно заранее, что ожидает систему в эту революционную фазу.

Чтобы проиллюстрировать сказанное, обратимся к тектоническим системам. В результате перемещения литосферных плит или блоков земной коры формируется иерархический ряд систем, представленных разломами, складками, вулканами и т. д., образующими структуры разной сложности. В зоне разломов происходит накопление упругой деформации (процесс длительный и возвратный, поскольку при снятии нагрузки снимается и деформация). Когда накопленная деформация приближается к пределу прочности пород, начинают развиваться трещины и деформация ускоряется, становясь необратимой. Наконец, когда этот предел преодолевается в той или иной части зоны разломов, происходит сопровождающееся землетрясением быстрое перемещение крыльев. Деформация снимается и начинает накапливаться снова, пока не снимется при следующем землетрясении в том же или другом участке зоны. Для зоны разлома в целом это эпизод в автоколебательном процессе развития, а для малой системы деформация–разрушение на участке зоны в промежутки времени между двумя землетрясениями — полная её гибель.

Автоколебательность присутствует в цикличности четвертичных оледенений [Развитие..., 1993]. Наступление ледниковой эпохи обусловлено сочетанием холодной земной поверхности и влажных воздушных масс. При

этих условиях происходит нарастание ледникового покрова, но оно приводит к иссушению климата в области ледника и его окрестностях. Влага перестаёт поступать, и ледник деградирует. Тогда температура и увлажнение вновь возрастают, и по прошествии времени оледенение повторяется. Однако при изменении внешних условий (величина и распределение температур, направления воздушных и водных течений) такая система может разрушиться, и наступит период меньших климатических контрастов без оледенений, подобный тому, что был на Земле, например, в мезозое.

Таким образом, в открытых системах происходит саморегулирование, приводящее к упорядочиванию, усложнению и уменьшению энтропии. Оно осуществляется за счёт разрушения более примитивных систем, не столь способных к самоорганизации и, по мнению И. Пригожина [Пригожин, Стенгерс, 1986], приводит к возрастанию энтропии в объёме среды, включающей все эти системы. Свойство, обеспечивающее способность открытых систем к самоорганизации, назовём душой системы, что не противоречит метафизическим определениям души. Именно антиэнтропийное саморегулирование и усложнение систем неживой («косной», по В. И. Вернадскому) природы привело к появлению и эволюции протоживых и позднее живых материальных систем и, наконец, человека и его сообществ. Таким образом, приходим к тезису П. Тейара де Шардена [1987] о том, что идея, или духовное начало, присуще не только человеку, но, в меньшем количестве и качестве, всем живым существам или сообществам существ и даже (как было показано выше) саморегулирующимся системам «косной» природы. По степени сложности, т. е. количеству и качеству духовного начала, можно выстроить ряд систем:

- разной сложности самоорганизующиеся системы «косной» природы;
- протоживые и живые организмы и их сообщества разной сложности;
- системы живой природы, осознающие себя как таковые, т. е. эволюционный ряд предков человека, заканчивающийся человеком разумным;
- человеческие сообщества разной степени сложности и созидательной способности.

В советской интерпретации марксистской философии между «формами движения», т. е. членами рассматриваемого ряда открытых систем, возводились искусственные барьеры, и всякие попытки «перекидывания мостиков» между ними жестоко критиковались. Между тем члены ряда не разделены непроходимыми границами. Это обусловлено прежде всего тем, что законы материального мира, действующие на уровне более примитивных систем, сохраняются и в более сложных системах, лишь дополняясь специфическими законами соответствующего члена ряда. В последние годы появились серьёзные публикации (частью выношенные и даже написанные ещё в советское время), где обосновывается сходство некоторых закономерностей биологического и социального развития и ряд особенностей поведения человека объясняется его биологической (генетической) природой [Горшков,

1995; Красилов, 1997; Эфроимсон, 1995]. В таком «низведении» элементов индивидуальной системы человека или социальной системы общества к более примитивной биологической системе есть несколько аспектов.

Первый аспект состоит в том, что некоторые черты сходства эволюции и соотношений элементов биологических и социальных систем на самом деле являются общими свойствами открытых систем [Трифонов, Караханян, 2004; Шишкин, 2004]. Это относится, например, к аналогии между заполнением экологических ниш в биоценозе или более крупной экосистеме как способом преодоления тяжести естественного отбора и разделением труда между этносами или этническими группами, сосуществующими на одной территории. Такое сосуществование земледельческих и скотоводческих сообществ демонстрировалось на примере Армении (см. раздел 2.1). Сходное разделение труда может быть внутри одной системы (государства или города). Так, подавляющая часть торговли золотом в США осуществляется этническими евреями, тогда как на продовольственных рынках Москвы и некоторых других городов России господствуют выходцы из Азербайджана. Пример длительного существования локальных сообществ в своеобразных природных нишах являют некоторые общины горных районов Дагестана и Чечни. В условиях изоляции от сильных соседей они в значительной мере сохранили стиль родоплеменных отношений, характер поселений и даже архитектурные особенности построек от своих хурритозычных предков, живших 4,5 тыс. лет назад.

По мнению В. А. Красилова, подобно тому, как в устойчивой экосистеме естественный отбор как фактор эволюции частично уступает место усложнению сети экологических ниш (в идеале каждая из них может оказаться занятой одним видом, и его плодовитость перестаёт быть решающим условием сохранности вида), усложнение (совершенствование) социальной структуры снижает конкуренцию между её членами, и в идеале все они могут стать востребованными обществом и соответственно удовлетворить свои потребности.

Другим примером подобного системного сходства может служить первоочередное исчезновение наиболее адаптированных (совершенных в данных условиях) форм при изменении внешних факторов системы. В биологическом мире это проявилось в эпохи массового вымирания и смены видового состава растений и животных при существенных изменениях параметров экосистемы, например на границе мезозоя и кайнозоя. Характерно, что вымерли именно наиболее приспособленные к прежним условиям динозавры, тогда как млекопитающие, менее адаптированные и занимавшие прежде второстепенные экологические ниши, стали «царями природы». Аналогичным образом вышли на первый план цветковые растения. В. А. Красилов [1997] отмечает интересную особенность таких переходных эпох: некоторые виды обрели способность к воспроизведению, не доживая до биологической зрелости, т. е. взрослого состояния.

Аналогии очевидны в эпохи революционных изменений социальных систем. Жертвами таких изменений оказываются члены общества, наиболее совершенные по прежним меркам, т. е. законопослушные, работающие, высоко-

образованные и потому материально обеспеченные (вспомним направленность ленинско-сталинских репрессий после Октябрьской революции в России). В то же время наиболее комфортно себя начинают чувствовать и достигают успехов в переходных условиях индивидуумы социально незрелые и необогащённые духовными ценностями. Позднее, по мере стабилизации общественной системы (перехода на термодинамическую ветвь), происходят «переоценка» социальных ориентиров, частичный возврат к прежним ценностям и заполнение социальных ниш новыми обитателями.

Второй аспект состоит в том, что, значительно развив возможности сознания и самосознания, человек остался биологическим существом, что определило и эмоциональные проявления, и характер морфологической эволюции (например, развитие руки для выполнения разнообразных хозяйственных функций), и многое другое в потребностях, формах их удовлетворения и соответственно поведении. Любопытно в связи с этим наблюдение В. П. Эфроимсона [1995] о снижении содержания сахара в крови как факторе, повышающем агрессивность поведения. Так можно объяснить голодные бунты, в определённых условиях приводящие к серьёзным политическим катаклизмам (Февральская революция 1917 г. в России).

Сложнее обстоит дело с происхождением и развитием этических и эстетических норм. В. А. Красилов [1997] и В. П. Эфроимсон [1995] считают их в значительной мере генетически предопределёнными. В. А. Красилов проводит убедительные параллели между законами поведения стаи высших животных (волков, обезьян и др.) и этическими нормами. Отмечаются, например, запрет на убийство особи своего вида и бережное отношение к детёнышам, не только своим, но и чужим. Л. Н. Гумилёв [1990] считает альтруизм важнейшим показателем пассионарности, определяющей прогресс этноса. По мнению В. П. Эфроимсона, альтруизм восходит к этике стаи и, как поощряемая норма поведения, развивался в ходе генетически закрепляемого группового отбора, эквивалентного естественному отбору биологических систем.

Проявление эстетических чувств связывается с половым отбором. Такова может быть, по В. А. Красилову, природа появления ярких окрасок, тяжёлых ветвистых рогов и других атрибутов самца, бесполезных и даже вредных для личного существования, т. е., казалось бы, неблагоприятных для естественного отбора. Групповой отбор в условиях конкуренции сообществ поощрял, по В. П. Эфроимсону, развитие эстетических чувств (вдохновляющий пример гимнов и сказаний, наглядная агитация наскальными рисунками и т. п.).

Изложенные представления о биологических аналогиях и генетической предопределённости этики и эстетики не являются общепризнанными. Дело в том что жизнь первобытных обществ родовыми и позднее племенными общинами привела к делению на своих и чужих [Энгельс, 1937]. Законы стаи, оберегавшие всех особей данного вида, оказались подавленными ростом групповой индивидуальности. Этические нормы стали распространяться лишь на членов своего сообщества, тогда как чужих можно и даже должно обездолить, подавить, убить и, наконец, съесть, как это делалось, например, некоторыми индейскими племенами Центральной и Южной Америки [Любищев, 1995].

По мере расслоения общества разделение труда переросло в эксплуатацию, при которой некоторые его члены могли удовлетворить свои потребности за счёт других без эквивалентной по умственным и физическим затратам отдачи. Поощрение альтруизма переродилось в способ укрепления сложившейся системы общественных отношений, чему в значительной мере подчинялось и развитие эстетических вкусов. В этих условиях возрожденные этики происходят на основе не столько генетической памяти, сколько социальных отношений сначала как формы табуирования, а затем как воли богов или единого бога. Так возрождается заповедь «не убий», запреты близкородственных сексуальных связей и другие нормы добродетельной и милосердной жизни. Позднее их стал обосновывать принцип разумного эгоизма. Осмелимся заявить, что мотив соблюдения и совершенствования этических норм индивидуумом или коллективом, будь то генетически врождённое свойство, божественные заповеди или разумный эгоизм, представляется нам малосущественным, если он обеспечивает существование и упорочение системы, объединяющей человечество. Восстановление человечеством этических норм «со скрипом» преодолевает классовые, этнические и государственные барьеры, снова возводя их на тех или иных поворотах истории. Вспомним, что даже Христу потребовалось определённое внутреннее усилие, чтобы оказать помощь «чужой» самаритянке. До сих пор народы по-разному оценивают таких исторических «героев», как Чингисхан, Наполеон или Ленин. До глобального применения норм морали, признаваемых большинством общечеловеческими (общевидовыми), пока далеко.

Эстетические оценки, конечно, различались в разных человеческих сообществах и эволюционировали с их изменениями. В новейшей истории наметились две тенденции, кажущиеся на первый взгляд противоположными. С одной стороны, происходит индивидуализация культуры, отход от универсальных стандартов прекрасного, сопровождающие усложнение структуры социальных ниш. С другой стороны, укрепляется признание равноправности многообразных этнических и национальных эстетических проявлений в рамках достаточно широкого поля критериев, становящегося всё более универсальным по мере совершенствования средств информации и глобальной унификации этических норм. К сожалению, с ростом средств информации бурно развивается и третья тенденция, исключаящая обе предыдущие, — разрушающая человечество поп-культура. Но, бог даст, она не сумеет восторжествовать. Что же касается универсальных эстетических критериев, то они представляются нам реальностью и не продуктом группового отбора, как полагал В. П. Эфроимсон, а проявлением сущности человека как продукта эволюции Земли. Прекрасно то, что гармонично, соразмерно и при этом обычно функционально, а критерии такой соразмерности заложены в природе человека (вспомним «золотое сечение» и законы музыкальной гармонии, проявляющиеся и в природе, и в творениях человека и одинаково признаваемые совершенными).

Если отказаться от антропоцентризма, то отпадут основания для верхней границы обсуждаемого ряда открытых систем, и мы можем допустить су-

ществование системы или иерархического ряда систем более сложных, чем человеческие сообщества, которые в зависимости от религиозно-философских позиций можно называть Богом, Мировым порядком, Абсолютным разумом, Межпланетной цивилизацией и т. д.

Если признать, что материальная Вселенная *в целом*, замкнутая по определению, обладает теми же свойствами, что и ограниченные замкнутые системы (и только при таком допущении!), то, исходя из законов их развития, наращивание духовного начала в более или менее сложных открытых системах сопровождается ростом энтропии во Вселенной в целом от «Великого толчка» (максимум порядка) к «тепловой смерти» (максимум энтропии). Но поскольку мы не можем представить состояния до «Великого толчка» и после «тепловой смерти», то вынуждены допустить наличие субстанции, изменяющей качество Мира в антиэнтропийном направлении, т. е. продолжить ряд нарастания духовного начала за пределы мыслимого материального мира. Можно допустить также однородность духовного начала в системах разной сложности и возможность обмена информацией между ними. Заметим, что информация, в отличие от проявлений любой материальной субстанции, не подчиняется законам сохранения.

Из изложенного вытекает несколько следствий.

1. Цель существования человека и человечества — самоорганизация, т. е. самосовершенствование. Её наиболее сжато и ёмко сформулировал Христос в Нагорной проповеди: «Будьте совершенны, как совершен Отец Ваш Небесный» [Матф. 5: 48], т. е. совершенствуйтесь в направлении более высокоорганизованной системы. Указан способ реализации этой цели: не слепая вера, а разумный выбор и следование предложенным высоким этическим нормам, пока не достигнутом человечеством.

Исторически сложились два пути решения этой задачи — «западный» и «восточный». «Западный» путь, характерный для духовного развития Западной Азии и Европы, восходит (по известным письменным источникам) к Древнему Шумеру и прослеживается в Законах Моисея, христианстве, исламе, западной просветительной философии и идеях коммунизма. Его смысл — совершенствование общественных отношений. Банкротство этого пути, обусловленное несоответствием индивидуумов высоким требованиям общественных учений, наглядно продемонстрировали события XX в. «Восточный» путь, оформившийся в Индии и распространившийся также по другим странам Востока, не уделял внимания общественным отношениям и сконцентрировался на учениях о способах развития и совершенствования личности, способной плодотворно существовать при любых общественных отношениях. Этот путь тоже не дал желанных результатов, поскольку породил ограниченное количество таких личностей на убогом общем фоне. Очевидно, необходимо гармоничное сочетание обоих путей, о чём и говорил Христос. Это повторено в так называемом «Письме махатмов», переданном в 1931 г. Н. К. Рерихом Советскому правительству. К сожалению, в нашей «западной» идеологии отсутствует даже терминология, определяющая свойства личности и их совершенствование.

Итогом совершенствования человека и общества должно стать разрушение этих систем в существующей форме, иногда принимаемое за «конец света». На смену им должна прийти более совершенная система — «Царствие Небесное». Христос указал трудности перехода, отдав предпочтение «нищим духом» и детям над «книжниками и фарисеями» как менее адаптированным к существующей системе. То, что мы не вполне представляем, какая система придёт на смену существующей, не освобождает нас от кропотливой работы по её приближению. Напротив, такая работа позволит контролировать сам переход и сделает его менее драматическим для человечества.

2. Совершенствование человеческих систем осуществляется за счёт разрушения систем более примитивных, и это неустранимо. Тем не менее без нужды не следует разрушать более примитивные системы, которые, пусть в меньшей мере, но являются носителями духовного начала. Это должно стать правилом взаимоотношения человека и природы.

3. Не обладая столь развитой способностью к самоорганизации, более примитивные системы «косной» природы, и в частности геодинамически предопределённые, не могут оказать решающего воздействия на более сложные социальные системы, если по своему масштабу и энергии их воздействие не является сверхкатастрофическим (вроде столкновения Земли с небесным телом большой массы). Но, как мы старались показать в книге, геодинамические воздействия, имевшие место до сих пор и реально ожидаемые в будущем, способны деформировать развитие человеческих сообществ, и такие воздействия необходимо учитывать при технологических решениях, хозяйственном, экономическом, социальном планировании и геополитических оценках.

6.2. Проблемы устойчивого развития

6.2.1. Биосфера и устойчивое развитие

В истории человечества не было недостатка в обличении его пороков и предсказаниях неизбежной гибели. Сейчас это переходит из сферы апокалиптических ожиданий в сферу научного рассмотрения. Источником гибели могут стать изменения условий жизни человечества в окружающей среде, которые сделают невозможными не только хозяйственную деятельность и, соответственно, благополучие, но и само существование.

Под окружающей средой понимаются живые и неживые объекты, которые окружают человечество, воздействуют на него и испытывают его воздействие. Это биосфера в понимании В. И. Вернадского, т. е. биота и её абиотическое окружение, а также проявления воздействий на неё, климатических и геодинамических. В. И. Вернадский [1944] писал:

...Человек практически забывает, что он сам и всё человечество, от которого он не может быть отделён, неразрывно связаны с биосферой — с определенной частью планеты, на которой они живут. Они геологически закономерно связаны с её материально-энергетической структурой... До сих пор историки, вообще учёные гуманитарных наук, а в известной мере и биологи, сознательно не считаются с законами природы биосферы — той земной оболочкой, где может только существовать жизнь. Стихийно человек от неё неотделим.

Биологические сообщества и их окружение функционируют совместно, образуя экосистемы. Используя в конечном счёте солнечную энергию, эти сообщества организуют процессы преобразования окружающей среды: при возникновении внешних возмущений среды баланс потребления видов сообщества сдвигается в направлении, компенсирующем возмущение, и возвращают среду в приемлемое для сообщества состояние. Совокупность всех сообществ поддерживает пригодную для жизни окружающую среду в глобальном масштабе. Этот механизм назван биотической регуляцией окружающей среды [Горшков, 1995]. Теория такой регуляции восходит к идеям Н. В. Тимофеева-Ресовского, который отмечал, что «нормально работающая биосфера... поддерживает в равновесном состоянии газовый режим атмосферы и растворы природных вод» [Тимофеев-Ресовский и др., 1969], и перекликается с представлениями Дж. Ловелока о способности жизни поддерживать на оптимальном уровне температуру и химический состав среды [Lovelok, 1982].

Вся деятельность человека после его перехода к производящей экономике была возмущением для биосферы, поскольку состояла в замене естественных экосистем антропогенными. По мере роста населения и усиления его хозяйственной деятельности степень возмущения нарастала, и сейчас лишь 36,2% территории суши (без покрытых льдами и скальных участков) представляют ненарушенные экосистемы [Лосев, Ананичева, 2000]. До поры до времени биосфера справлялась с нарушениями с помощью указанного механизма. Но с начала XX в., по мнению В. Г. Горшкова [1995], степень воздействия человека на биосферу превысила её хозяйственную ёмкость (ресурс), т. е. способность восстанавливать состояние окружающей среды. Скорость эволюции биосферы на несколько порядков уступает скорости внедрения новых технологий. Результатом экономического роста стало перманентно возмущённое состояние биосферы — экологический кризис, проявления которого видят в сокращении биоразнообразия, обезлесении, опустынивании, росте содержания CO_2 в атмосфере и т. п. Дальнейший экспоненциальный рост экономики и населения, наметившийся в XX в., может привести к потере устойчивости биосферной системы и переходу к новой устойчивости с границами, неприемлемыми для человеческого существования [Данилов-Данильян, Лосев, 2000].

Теория биотической регуляции окружающей среды является на сегодняшний день наиболее научно обоснованным базисом для оценки взаимоотноше-

ний человечества с биосферой. Человечество нарушает биосферу и возмущает связи, существующие в этой системе, используя ресурсы биосферы, сокращая площади распространения естественных экосистем и деформируя их, сбрасывая в них продукты жизнедеятельности. Важнейшим индикатором степени возмущения В. Г. Горшков [1995] считает непропорционально возросший процент потребления человеком чистой продукции и соответственно энергии биоты, показателем чего может служить биомасса человека, культурных растений и домашних животных. Она достигает сейчас 20% биомассы естественных видов, тогда как к началу XX в. составляла лишь 1–2%. Тогда человечество потребляло ~1% чистой продукции биоты (В. Г. Горшков считает это допустимым порогом её возмущения), а сейчас — 10%. По нормальному распределению на человека и другие организмы его размера должно приходиться ~1% потока энергии в биосфере, а на микроорганизмы (<1 мм) >90%, а сейчас человечество потребляет >7% [Данилов-Данильязн, Лосев, 2000].

Приведённые цифры, показывая степень возмущения естественной биоты, т. е. глубину глобального экологического кризиса, вместе с тем не могут служить индикаторами преодоления пороговых значений, после которых биосферная система, став неустойчивой, начинает испытывать преобразования, опасные для существования человечества. К тому же представляется, что при определении степени нарушенности биотической регуляции среды В. Г. Горшков недооценил участие в регуляции антропогенных биоценозов. Хорошо управляемая сельскохозяйственная территория лишь на 17–20% снижает биопродуктивность по сравнению с естественной экосистемой [Лосев, 2001] и частично способна выполнять её регулирующую функцию. Иначе говоря, значение приведённых оценок для определения близости современного экологического кризиса к порогу, угрожающему существованию человечества, нуждается в дальнейшем изучении и уточнении. Тем не менее эти цифры не могут не настораживать.

Экологический кризис, грозящий перейти в катастрофу, заставил наиболее дальновидных учёных, политиков и общественных деятелей предложить новую концепцию человеческого существования, получившую в России название устойчивого развития. Это неточный перевод англоязычного термина «sustainable development» — «непрерывно поддерживаемое развитие». Термин был введён в широкое обращение докладом Комиссии Брундтланд [Наше общее будущее, 1989] и канонизирован в 1992 г. в Рио-де-Жанейро на Конференции ООН по окружающей среде и развитию.

«Sustainable development — это развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего времени, но не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять собственные потребности... Sustainable development ни в коем случае не может ставить под угрозу природные системы, от которых зависит жизнь на Земле: атмосферу, водные ресурсы, почву и живые организмы» [Наше общее будущее, 1989].

В дальнейшем изложении мы будем пользоваться закрепившимся в русскоязычной литературе термином «устойчивое развитие», имея в виду именно такое его понимание.

Вся история цивилизованного человечества представляла собой неравномерный, со спадами, но в целом поступательный экономический рост, опиравшийся на научно-технический прогресс и сопровождавшийся ростом населения. С экономическим ростом связывалось решение социальных проблем. С XIX в. эти процессы происходили нарастающими темпами, так что сейчас их система достигла пределов допустимого роста, а возможно, преизошла его. И главная угроза состоит не столько в исчерпании природных ресурсов, сколько в нарушении биотической регуляции среды.

Концепция устойчивого развития предлагает альтернативное решение проблем человечества — переход от экономического роста, т. е. количественного увеличения объёмов производства и потребления, к сбалансированному развитию, при котором качество жизни улучшается без роста производства и увеличения давления на природу с постепенным уменьшением такого давления в дальнейшем до допустимых пределов. Для реализации этого научно-технические усилия должны быть направлены на создание ресурсосберегающих и безотходных технологий. На смену разомкнутому производственному циклу, изымающему из природы сырьё и возвращающему отходы, должен прийти замкнутый цикл, включающий в воспроизводящий процесс элементы взаимодействия хозяйственной деятельности и биосферы, причём для допустимых величин взаимодействия должны быть установлены жёсткие нормы. Прогресс от этого станет менее рентабельным, что отразится и на социальных ожиданиях [Данилов-Данильян, Лосев, 2000]. Поэтому одновременно с технологическими преобразованиями должна быть усилена социальная защищённость населения. Поскольку экологический кризис — планетарное явление, такой переход должен осуществляться глобально.

Однако современные усилия и предложения разных стран по преодолению глобального экологического кризиса пока далеки от изложенного идеала. И основное препятствие — огромный разрыв в уровне экономики и качестве жизни населения между развитыми и так называемыми развивающимися странами. В меньшей мере этот разрыв определяет подход к проблеме стран, занимающих промежуточное положение, в том числе России.

Развитые страны, где сейчас живут 1,2 млрд человек, обеспечивают 80% мирового экспорта промышленной продукции, тогда как развивающиеся страны с примерно 3-миллиардным населением — лишь 12–13%. Ежегодная душевая доля валового национального продукта превышает в США 20 000 долларов, а в пяти крупнейших по населению странах — Китае, Индии, Индонезии, Пакистане и Бангладеш, где обитают более 2,3 млрд человек, национальный продукт на душу населения меньше 610 долларов (в Бангладеш лишь 210 долларов) [Данилов-Данильян, Лосев, 2000]. 1,5 млрд человек живут на 1 доллар в день и меньше [Кондратьев, Романюк, 1996].

Экономический рост разных стран на 3%, предложенный как допустимый максимум Комиссией Брундтланд [Наше общее будущее, 1989], означал бы рост душевой доли валового национального продукта в США на 633 доллара, а в Китае — лишь на 10,6, в Индии — на 10,5 и в Бангладеш — на 5,4 дол-

лара [Данилов-Данильян, Лосев, 2000]. Очевидно, что при таких «равных возможностях», во-первых, развитые страны будут продолжать обогащаться, а бедные беднеть и, во-вторых, первые могут позволить себе те или иные усилия в направлении устойчивого развития, на которые нет средств у вторых.

Вместе с тем развитые страны потребляют $\geq 50\%$ (США – 24%) мировой энергии и до 80% (США – 30%) мировых ресурсов сырья. Соответственно, они дают 2/3 мировых отходов, в частности, в 1994 г. дали $>50\%$ выбросов CO_2 в атмосферу (США – 24,3%). Один житель развитой страны потребляет в среднем столько ресурсов, сколько 20 жителей развивающихся стран, и наносит окружающей среде в 7 раз больший ущерб [Данилов-Данильян, Лосев, 2000]. Наиболее крупные развитые страны разрушили большую часть собственных экосистем, существенно уменьшили или исчерпали свои природные ресурсы. Потребляя ресурсы развивающихся стран, переводя туда ресурсоёмкие и вредные производства, сбывая отходы, развитые страны наносят ущерб экосистемам развивающихся стран, и без того нередко подорванным длительным развитием производящей экономики (как в странах Юго-Восточной Азии).

При всех указанных различиях развитых и развивающихся стран их современные подходы к устойчивому развитию сходны тем, что предусматривают экономический рост [Данилов-Данильян, Лосев, 2000]. Развитые страны первыми заговорили об устойчивом развитии, и это понятно из предыдущего рассмотрения. Предложенная США «Стратегия устойчивого развития», в значительной мере совпадающая с предложениями других развитых стран, связывает его с богатством страны, её мощью и техническими возможностями. Делается упор на экономический прогресс, обеспечивающий увеличение занятости, зарплаты, капитала и удовлетворения социальных нужд при стабилизации численности населения (т. е., прежде всего, ограничения иммиграции). За счёт такого прогресса, опирающегося не только на совершенствование технологий и квалификации работников, но и на продолжение количественного роста, предполагается решать экологические проблемы – сохранять и восстанавливать природные ресурсы и бороться с загрязнением окружающей среды. Более чётко, с экономической подоплекой, последняя проблема уже решается в ряде развитых стран, например Германии и Японии. Там избыточные загрязнения, сброс отходов и другие нарушения окружающей среды должны оплачиваться за счёт доходов от хозяйственной деятельности, снижая её рентабельность.

Таким образом, предложенная США и другими развитыми странами стратегия устойчивого развития основана на продолжении экономического роста с одновременным снижением давления на окружающую среду путём совершенствования технологий и некоторым снижением рентабельности за счёт отчислений на борьбу с загрязнением среды. При этом стратегия, предложенная США, подразумевает, что остальной мир будет охранять окружающую среду под руководством США, обеспечивая её процветание и социальную справедливость, однако не оговаривается, к каким экономическим

и социальным последствиям в этих странах такое дополнительное бремя может привести.

В подходе к проблеме устойчивого развития развивающихся стран различаются два аспекта. С одной стороны, развивающиеся страны рассматривают такое развитие как решение прежде всего социальных проблем, особенно преодоление бедности, и предполагают строить его на экономическом росте с использованием научно-технических достижений и учётом охраны окружающей среды. Иначе говоря, развивающиеся страны предполагают повторить опыт развитых стран, но с форсированием экономического роста, т. е. ещё большим давлением на биосферу. В этом смысле показательна «Китайская повестка дня на XXI век — Белая книга о населении, окружающей среде и развитии Китая в XXI веке». Вместе с тем руководители и общественные деятели особенно многолюдных развивающихся стран осознают, что решение их социальных проблем невозможно без стабилизации и даже сокращения численности населения. Практические шаги для этого предприняты в Китае и Индонезии, тогда как в Индии они не увенчались успехом, а во многих других странах, особенно мусульманских, и не предпринимались. Между тем продолжающийся рост численности населения сводит на нет все попытки улучшить экономическую ситуацию и социальные условия. Из-за такого роста 42% населения стран третьего мира сейчас моложе 15 лет. Оказавшаяся не у дел молодёжь служит главным источником социальной напряжённости и благодатной средой для экстремистских выступлений, а эмигрируя в развитые страны, создаёт и там демографические проблемы.

С другой стороны, при всех проявлениях «глобализации» современной жизни, особенно экономической, в мире сохраняются существенные культурные различия. Начавшаяся в XVI в. мировая экспансия западноевропейской цивилизации, переросшей позднее в североамериканско-европейскую, привела к глобальному распространению экономических отношений свободного рынка, информации и некоторых культурных стандартов. Это позволило ряду исследователей говорить о глобальной цивилизации. Правильнее, однако, различать, наряду с господствующей западной (североамериканско-европейской) цивилизацией, цивилизации исламскую, индийскую, китайско-японскую (несмотря на значительные экономические и политические различия между Китаем и Японией), евразийскую с центром в России и, возможно, латиноамериканскую [Сравнительное изучение..., 1999]. Различия между ними — в традициях, идеологии, религии и, в конечном счёте, менталитете и образе жизни, имеют большее значение, чем кажется на первый взгляд, в частности, в определении подхода к устойчивому развитию. С позиций представителя господствующей цивилизации образ жизни среднего представителя остального мира кажется аскетичным (не только из-за бедности), а подходы к решению проблем, в том числе и экологических — порой нерациональными. Вместе с тем очевидно, что представители иных цивилизаций, при гораздо худшей социальной защищённости, легче переносят последствия экологического кризиса и даже экологической катастрофы, чем жители «западного мира» с их искусственно суженными

рамками и высокими стандартами жизни, которые они едва ли смогут быстро изменить.

Многие в развивающихся странах рассматривают современное перекачивание ресурсов в развитые страны, его социальные и экологические последствия как неоплаченный долг и требуют восстановления справедливости. Как минимум, это выражается в претензиях к ценовой политике: требованиях поднять цены на ресурсы и уменьшить цену продуктов их переработки. Но наиболее радикальные жители «третьего мира», особенно исламского, прибегают к вооруженному противостоянию и его крайнему выражению — терроризму.

Здесь необходимы два замечания. Во-первых, терроризм включает не только такие вызывающие события, как разрушение Всемирного торгового центра в Нью-Йорке или аналогичные взрывы в Москве, но и менее заметное распространение наркотиков (обеспечивавшее большую часть бюджета такой, например, страны, как Афганистан), а иногда принимает вид привлекательного на первый взгляд национально-освободительного движения (Косово или Чечня). Во-вторых, терроризм сформировался как многофакторное явление, в котором повинны и влияние великих держав, решавших таким путём взаимные противоречия, и личные амбиции и экономические интересы вождей терроризма, и особенности менталитета цивилизаций и их подобностей, и вместе с тем такие реалии современности, как неприятие политики развитых стран и особенно США и обездоленность большей части молодежи в развивающихся странах.

Таким образом, современное человечество не готово принять переход к устойчивому развитию в том объёме, который необходим для обеспечения безопасного будущего. Переход к устойчивому развитию в глобальном масштабе потребует значительных преобразований и взаимных уступок во всех странах и сообществах.

Западная цивилизация должна не только сама отказаться от экономического роста и уменьшить давление на окружающую среду путём совершенствования технологий производства и внутреннего перераспределения его продуктов, но и безвозмездно передать подобные технологии развивающимся странам вместе с бесплатным обучением пользователей, помощью в образовании, медицинском обслуживании и решении демографических проблем. Такая помощь должна сопровождаться ростом цен на импортируемые природные ресурсы и экспортируемые отходы жизнедеятельности — в их стоимость должны быть включены и расходы на реабилитацию деформируемой окружающей среды. Это неминуемо приведёт к снижению рентабельности экономики и, как следствие, падению уровня жизни в развитых странах, на которое они должны пойти во избежание худшего. Такой шаг потребует существенного изменения менталитета общества, воспитанного на принципах свободного рынка. В свою очередь, развивающиеся страны должны отказаться от расчётов на экономический рост за счёт увеличения количества и удорожания поставляемых ресурсов и захороняемых отходов, поскольку новые технологии призваны обеспечить сокращение потребляе-

мых ресурсов и отходов. Развивающимся странам необходимо решить демографическую проблему путём прекращения роста, а затем и значительно сокращения численности населения, а это во многих случаях потребует не только образования, но и изменения менталитета, т. е. основы цивилизации, опирающейся на традиции, идеологию и религию.

Иначе говоря, переход к устойчивому развитию потребует столь глубокого и повсеместного изменения экономических, социальных и культурных основ жизни, которое и будет означать переход человечества на более высокий уровень системной организации, рассмотренный в предыдущем разделе.

6.2.2. Геодинамика и устойчивое развитие

В приведённых выше оценках и соображениях о кризисном состоянии взаимодействия человека и окружающей среды биосфера, помимо воздействия человека, рассматривалась как нечто стационарное, не подвергающееся сравнительно быстрым (в историческом масштабе времени) естественным изменениям. Однако, как показано в предыдущих главах книги, биосфера испытывает значительные геодинамические и климатические воздействия. Достаточно сказать, что переход от последнего оледенения к голоценовому потеплению привёл к гибели ряда видов и существенной деформации некоторых биоценозов. Не обсуждая проблему во всей полноте, ограничимся рассмотрением двух аспектов, имеющих непосредственное отношение к устойчивому развитию.

Первый аспект касается воздействия на устойчивое развитие геодинамических событий. Крупные геодинамические катастрофы — землетрясения, извержения вулканов, тектонически обусловленные усиление эрозии и осадконакопления, деформации поверхности, обвально-оползневые явления, изменения береговых линий и уровня грунтовых вод, заболачивание территории и т. д., вызывают локальные возмущения и гибель биологических сообществ. Результат может многократно усиливаться взаимодействием геодинамических процессов и их экзогенными эффектами. Это не может не сказываться на хозяйственной деятельности и её социальных последствиях. Ещё большее значение имеет прямое воздействие катастроф на жизнь, физическое и психическое здоровье людей и антропогенные объекты жизнеобеспечения.

Наносимый ущерб, существенный сам по себе, требует ресурсов для ликвидации последствий и в большей или меньшей степени нейтрализует усилия по обеспечению устойчивого развития. Поэтому в программах такого развития важное место должны занимать научные разработки и основанные на них практические меры по оценке как отдельных видов геодинамических опасностей (сейсмической, вулканической, оползневой и т. д.), так и их возможного интегрального эффекта, конкретного риска таких катастроф, их текущего прогноза и минимизации последствий. Основное место среди таких усилий должны занять превентивные меры, основанные на ра-

зумном землепользовании, качественном строительстве и совершенствовании систем жизнеобеспечения.

Вместе с тем следует обратить большее внимание на использование положительных для человека проявлений современной геодинамики. Здесь открывается широкое и почти не тронутое поле деятельности. Оно может охватывать: более эффективное использование воздействий тектонических движений, особенно в зонах разломов, на дебит и состав подземных вод; использование геотермальной энергии; изучение и воспроизведение в искусственных условиях процессов биогенного (с участием микроорганизмов) современного рудообразования; учёт влияния геодинамических процессов на дебит нефтегазовых скважин; изучение мутагенного воздействия тектонически активных зон и его использование в медицине, сельском хозяйстве и повышении биоразнообразия.

Второй аспект — учёт разночастотных вариаций геодинамических и климатических процессов в обеспечении устойчивого развития. Как показано в главе 5, эти вариации имеют периодичность от нескольких лет до миллионов лет. Для рассматриваемой проблемы наибольшее значение имеют сравнительно высокочастотные вариации с периодами колебаний, во-первых, годы — первые десятки лет и, во-вторых, сотни — первые тысячи лет. Выполненные исследования показали, что на первом масштабном уровне климатические колебания и вариации тектонической активности, выраженные изменениями геодинамических параметров и пространственным перераспределением сейсмичности, синхронны, что может быть обусловлено регулирующей ролью изменений параметров вращения Земли и солнечной активности. На втором масштабном уровне выявляются разнообразные и неодновременные в разных областях колебания климата и интенсивности проявлений эндогенной активности (землетрясений, извержений вулканов, тектонических движений), на фоне которых выявляются общие для разных областей эпохи синхронного ухудшения климата (похолодания и иссушения) и усиления эндогенной активности (прежде всего, силы и частоты землетрясений). Такие эпохи повторялись через 1200–1800 лет, и эта периодичность, вероятно, также обусловлена регулирующим воздействием орбитально-астрономических факторов. Начавшееся в XIX в. потепление и рост содержания CO_2 в атмосфере отчасти связаны с окончанием последней эпохи похолодания — Малого скандинавского оледенения. Определить, какая доля современного потепления обусловлена этим природным процессом, а какая является антропогенной, пока невозможно [Кондратьев, Романюк, 1996].

Указанные колебания климата и тектонической активности приводят к вариациям урожайности сельскохозяйственных культур, аварийности инженерных сооружений, распространения тех или иных болезней. Результатом их неучёта может стать нехватка или перепроизводство агропродуктов, неподготовленность к чрезвычайным ситуациям, связанным с природными событиями, эпидемиями, болезнями домашних животных или растений. Во всех случаях помимо прямого ущерба это сопряжено с ростом социальной напряжённости и повышением расхода природных ресурсов, уводящими от

решения задач устойчивого развития. Поэтому такие вариации и их причины требуют углублённого изучения, должны прогнозироваться и учитываться для обеспечения устойчивого развития общества. Синхронность климатических и тектонических, в частности сейсмических, изменений открывает новые возможности для их мониторинга и прогноза.

6.2.3. Геоэкологические проблемы и перспективы устойчивого развития России

Особенности перехода России к устойчивому развитию определяются её природными параметрами, историческим развитием, социально-экономическим состоянием и вытекающими из них особенностями менталитета россиян. Площадь России — 17 млн км² (12% площади суши); население — ~145 млн (2,4% мирового). Соответственно, средняя плотность населения существенно ниже среднемировой. Более 70% населения живут в городах, занимающих вместе с обслуживающими территориями 6% освоенной площади и 2,6% общей территории страны [Лосев, Ананичева, 2000]. Более 64% населения проживает в Европейской России, чуть <14% — в Уральском регионе и <22% — в Сибири и на Дальнем Востоке. При этом почти 95% живёт южнее 60° с.ш. Такому характеру расселения соответствует хозяйственная освоенность страны. На обжитые территории приходится 35% земель с нарушенными естественными биоценозами, причём из 2,5 млн км² освоенных площадей 2,1 млн км² находятся в Европейской России и на Урале. 65% территории — незаселённые земли с естественными биоценозами. Это составляет 23% таких земель в мире и является ценностью для всего населения планеты, поскольку поддерживает его жизнь. Столь же большую ценность представляют пресные воды России. В одном Байкале сосредоточено 20% их мировых запасов. Водообеспеченность россиян вчетверо выше среднеглобальной, и по этому показателю Россия занимает второе место в мире после Бразилии. Залесенность России вдвое выше средней залесенности суши. Леса занимают >70% территории страны, причём площадь собственно лесных земель составляет 8,86 млн км² — 51,8% территории, и ещё 4,2% приходится на заповедники и заказники [Исаев и др., 1995]. Используемые леса охватывают лишь 28% лесных земель, а значительная часть лесов относится к категории девственных (первичных), особенно важных для сохранности естественных биоценозов. В России находится, по разным оценкам, от четверти до трети таких лесов мира [Лосев, 2001].

Если низкая средняя плотность населения и сосредоточение его большей части в городах благоприятны для экологической стабильности страны, то по другому показателю давления на природную среду — энергопотреблению, ситуация в России не столь благополучна. На неё приходится >5% потребляемой в мире энергии, что в 2–3 раза выше среднемирового уровня [Лосев, 2001]. Повышенное энергопотребление России отчасти имеет объективные причины: большие объёмы промышленного производства, необ-

ходимость усиленного обогрева из-за холодного климата и значительных транспортных издержек при столь обширной территории. Но оно обусловлено также низкой эффективностью технологий, унаследованных от социалистической экономики.

До 1970-х годов Советский Союз сохранял уровень развития развитых стран, но, когда после энергетического кризиса они перешли на более интенсивные и ресурсосберегающие технологии, стал отставать, сохранив экстенсивное развитие гигантских предприятий с большим потреблением ресурсов и энергии. Их повышенным затратам способствовала централизованная система управления. Не обсуждая избыточности многих видов военного производства, отметим, что и ряд гражданских объектов, таких как Байкало-Амурская магистраль, оказались экономически нерентабельными. Следствиями централизованной системы, не изжитыми до сих пор, явились расточительство энергии и ресурсов.

Экстенсивность технологий очевидна и в сельском хозяйстве. Сельскохозяйственными угодьями заняты ~2,2 млн км² (12,9% страны). Из них 1,26 млн км² – пашни и 0,9 млн км² – пастбища [Лосев, 2001]. На одного человека приходится 1,52 га сельхозугодий, что больше, чем во многих других странах. Но урожайность низка. Как и в случае с энергопотреблением, это отчасти обусловлено климатом. Однако в Скандинавии, где природные условия близки к российским, урожайность в 2–4 раза выше из-за применения более интенсивных технологий и иных форм собственности. Историческими причинами низкой производительности российского сельского хозяйства явились раскулачивание (отстранение самых активных и профессиональных производителей) и неэффективность колхозов из-за слабой заинтересованности оставшихся производителей в результатах работ. Сказались и дефекты командного управления, в частности, в политике расширения посевных площадей, приводившей к распылению и, соответственно, снижению эффективности использования рабочей силы, техники, химикатов, мелиоративных мероприятий. Экстенсивность сельского хозяйства создает дополнительную нагрузку на окружающую среду, но на единицу территории её вклад невелик.

С крахом социалистической системы и начавшимся в 90-х годах XX в. переходом к новым экономическим отношениям производство упало, и валовый внутренний продукт (ВВП) снизился примерно на треть (с учётом теневой экономики) [Лосев, 2001]. При этом на 25% упало энергопотребление, а площадь сельхозугодий сократилась на 8–9%. В том же направлении изменялись и другие показатели воздействия на окружающую среду.

Так, Россия занимает третье место в мире (после США и Китая) по выбросу CO₂ в атмосферу. До 1990 г. он составлял 7% от общемирового, имея главным источником сжигание ископаемого топлива. В 1991–1995 гг. в России, как и в других странах бывшего СССР, его потребление снизилось из-за кризиса (доля выбросов CO₂ в России упала до 5,7%), и в значительной мере поэтому общемировая эмиссия CO₂ не возросла [Лосев, Ананичева, 2000]. Выбросы окислов азота снизились в России в начале 90-х годов до

4,5% из-за спада промышленного производства и сокращения использования удобрений, что частично компенсировалось ростом числа автомобилей. Сократился в 90-е годы и общий выброс загрязняющих веществ в атмосферу (на 33% с 1991 г. по 1995 г.), причём произошло это не только из-за спада производства, но и благодаря природоохранным мероприятиям и усилению контроля. Сократилось и загрязнение вод.

Из-за особенностей атмосферной циркуляции воздушное пространство запада России загрязняется привносом CO_2 , соединений серы, окисленного и восстановленного азота с территорий Украины, Польши, Германии, Беларуси и других стран. Производимое ими подкисление среды вредно для биоты, здоровья людей и повышает коррозию материалов. Однако площади, где из-за этого превышаются нагрузки по подкислению, невелики. Будучи экспортёром полезных ископаемых, Россия имеет много твёрдых отходов из-за повреждения земель при нефтегазодобыче и за счёт вскрышных работ, отвалов и хвостов при разработке минерального сырья. Сейчас производство последнего сократилось, но возросла масса бытовых отходов из-за увеличения объёмов тары. Проблема переработки отходов в России далека от разрешения, особенно в части их вторичного использования. До 1990 г. из вторичного сырья в России выплавлялось лишь 30% стали и 25% цветных металлов, а сейчас ситуация ухудшилась [Лосев, Ананичева, 2000].

Особенно остро стоит в России проблема хранения и переработки токсичных и радиоактивных отходов, по производству и накопленному количеству которых страна удерживает второе место в мире. В 1997 г. в России действовало 29 атомных энергоблоков (6,7% их мирового количества), но существенно большее их число размещено на подводных лодках, других военных судах и ледоколах, а также хранится в виде отслуживших кораблей и их деталей. К концу 80-х годов в СССР было произведено ~45 тыс. ядерных зарядов. Затем началось их сокращение, продолжающееся до сих пор. Переработка и хранение ядерных и радиоактивных материалов дороги, и уже сейчас с этим возникла напряжённость, усиливаемая необходимостью их надёжной охраны в условиях активизации терроризма. Экологическая опасность такого багажа проявляется уже в том, что в России самые большие (после Украины и Белоруссии) ареалы радиоактивного заражения. Вероятно, именно экологическая опасность и дороговизна утилизации радиоактивных материалов послужили причинами того, что в одобренной программе развития России до 2010 г. предусмотрен весьма умеренный рост доли атомной энергетики в энергообеспечении страны — лишь с 13 до 15% [Лосев, Ананичева, 2000].

Современные мировые социальные сдвиги не способствуют поддержанию генома человека [Горшков, 1995]. К этому ведут загрязнение окружающей среды, напряжённость и скученность городской жизни, развитие алкоголизма и наркомании, рост числа матерей-одиночек, отказ от ограничений к рождению дефективных детей. В Советском Союзе этот процесс отягощался репрессивной политикой, массовым вовлечением женщин в общественное производство, а в постсоветской России — ломкой сложившегося

жизненного уклада, социальным неблагополучием и нарушениями нормального отношения полов. Постсоветская Россия не только догнала развитые страны по уровню убийств и другого насилия, но и опередила их. Сказалось и ухудшение системы здравоохранения. Критическим для России был 1994 г., а затем ситуация со здоровьем населения стала улучшаться, и ожидаемая средняя продолжительность жизни возросла в 1997 г. на 2,8 года. Возможно, сказалась адаптация населения к новым условиям. Однако и сейчас младенческая смертность в России вдвое выше, чем в развитых странах; выше и общие показатели смертности, причём повышен процент смертей от несчастных случаев и нездорового образа жизни [Лосев, Ананичева, 2000; Лосев, 2001].

ВВП России — немного более 2% мирового. С учётом численности населения он близок к среднемировому. Но ВВП не адекватен качеству жизни и даже её уровню, поскольку часть продукции может быть излишней. В США таковой может считаться часть военной и рекламной продукции. Из-за недостаточности ВВП как показателя качества жизни был предложен «индекс оценки человеческого развития» [Sustainability indicators, 1997]. Он включал: ожидаемую продолжительность жизни; грамотность; ресурсы, необходимые для жизни, уровень которых определялся по подушному ВВП с некоторыми коэффициентами. Согласно сделанной оценке, Россия в 1993 г. была 60-й, замыкая список развитых стран.

Итак, стартовая позиция России для перехода к устойчивому развитию противоречива. Стратегия перехода должна предусматривать экономическое развитие, обеспечивающее улучшение качества жизни населения и одновременно снижающее глобальное давление человеческого сообщества на природу. Иначе говоря, переход к устойчивому развитию имеет экологический, экономический и социальный аспекты.

Для обеспечения экологически устойчивого развития Россия имеет благоприятные условия. К их числу относятся: высокий процент территории с ненарушенными природными экосистемами, обилие лесов и запасов пресной воды, невысокая плотность населения при его значительной концентрации в городах. Сейчас нередко выражается обеспокоенность сокращением численности населения России. Однако в целом этот процесс не является отрицательным фактором устойчивого развития. Он происходит в большинстве развитых стран, где стабильная численность поддерживается за счёт иммиграции, и части развивающихся и продиктован прежде всего желанием родителей обеспечить лучшее воспитание и экономическую состоятельность потомства. В развивающихся странах это одно из главных условий экономического роста (прирост населения на 1% требует для сохранения уровня жизни прироста ВВП на 2%).

В России значительная часть неосвоенных земель малоприспособлена для жизни, а территории с высоким уровнем фотосинтеза заселены. Российской промышленности, если и требуются дополнительные рабочие руки, то главным образом из-за неэффективности производства. К тому же возникающая потребность в рабочей силе может быть решена за счёт внутренней

миграции из районов, где производство экономически неэффективно, а сейчас также притоком русскоязычного населения из других республик бывшего СССР. По существу, для обеспечения устойчивого развития России нужен не рост, а стабилизация численности населения. Несмотря на повышенную детскую смертность, Россия продолжает занимать одно из первых мест в Европе по процентному количеству детей в возрасте до 14 лет [Лосев, Ананичева, 2000]. Следовательно, сокращение численности коренного населения, близкое по темпам к западноевропейским, достигается за счёт меньшей продолжительности жизни (более высокой смертности, причём особенно повышена смертность насильственная, от алкоголизма и других проявлений нездорового образа жизни). Таким образом, снижение смертности (как и деторождаемость) зависит не только от улучшения медицинского обслуживания, но и от решения социальных проблем. Прогресс в этих направлениях способен стабилизировать численность населения России и является неперенным условием её перехода к устойчивому развитию.

Сохраняющаяся экстенсивность российской экономики создает дополнительный прессинг на окружающую среду, но он относительно невелик из-за низкой плотности населения. Так, доля России в общей эмиссии CO₂ составляет сейчас 5,7% и примерно столько же поглощают леса России [Лосев, 2001]. Если к этому прибавить ту роль, которую играет в выводе углерода из атмосферы Мировой океан, то эмиссия, производимая Россией, почти вдвое уступает её допустимой доли, частично используемой другими странами. Судя по стоимости мероприятий, осуществляемых в США для снижения эмиссии CO₂, такое использование российской доли экономит им триллионы долларов, и Россия вправе ставить вопрос о возмещении ей этой «экологической ренты».

В. Г. Горшков [1995] подсчитал, что для того, чтобы полностью остановить современные техногенные изменения глобального круговорота углерода, необходимо вдвое сократить освоенную человечеством часть суши, которая в таком случае должна составить примерно треть её площади. Именно такому оптимальному для сохранения биосферы варианту соответствует процент освоенной территории России.

Ряд существующих факторов, неблагоприятных для экологической обстановки в России, может быть устранён в ходе модернизации экономики, и в этом смысле экономические, социальные и экологические аспекты устойчивого развития страны решаются в едином ключе. В ряде случаев это не требует радикальных технологических новшеств и зависит лишь от структурной перестройки экономики, усовершенствования системы управления и общественных отношений. К числу таких условий перехода к устойчивому развитию относится прежде всего обеспечение политической стабильности, правопорядка и благоприятной обстановки для подъёма экономики, т. е. продолжение провозглашённых и начатых политических и экономических реформ, целью которых являются правовое государство, личная и экономическая свобода, отделение государства от бизнеса при обеспечении им правил, общих для всех, адресность социальной защиты.

Важно закрепить наметившиеся тенденции движения к тому, что К. С. Лосев [2001] назвал «компактизацией» хозяйства России. Имеется в виду, во-первых, сокращение сельскохозяйственных угодий за счёт малопродуктивных с целью более эффективного использования рабочей силы, техники, средств повышения урожайности и, во-вторых, отказ от нерентабельных производств в районах севернее 60° с.ш. Последнее снизит затраты на энергию, транспорт, поддержание инфраструктуры дорогостоящих северных предприятий и одновременно обеспечит рабочей силой те освоенные районы, где в ней есть нужда. На Севере следует сохранить лишь немногие рентабельные производства и традиционные хозяйства коренных народов. Необходимы и другие меры по энергосбережению, способные, по подсчётам специалистов, сократить потребление энергии на 30–40% без ущерба для производства и жизнеобеспечения.

Дальнейшие шаги к социально и экологически устойчивому развитию, опирающиеся на результаты указанных преобразований, приток инвестиций и легализацию теневой экономики, связаны с экономическим развитием в рамках несущей ёмкости экосистем России. Это решит и социальные проблемы страны. Завершающийся кризис, вызванный крахом прежней системы хозяйства и необходимостью её структурной перестройки, дал России исторический шанс перейти к интенсивному хозяйству, где важнейшее место займут перерабатывающие отрасли, построенные на прогрессивных технологиях. От того, насколько Россия сумеет воспользоваться этим шансом, зависит не только устойчивость её развития, но в значительной мере и решение этой проблемы в глобальном масштабе.

Заканчивая обсуждение перехода страны к устойчивому развитию, остановимся кратко на воздействиях на него природных катастроф. Ущерб от возникавших в последние годы чрезвычайных ситуаций достигает в России 4–6% ВВП и по отношению к нему выше, чем в развитых странах. Но среди таких ситуаций преобладают техногенные аварии, а на долю опасных природных явлений приходится лишь 25–30% [Лосев, Ананичева, 2000]. По данным 1992–1996 гг., среди чрезвычайных ситуаций природного происхождения преобладают метеорологические (ветры, атмосферные осадки) — 54,5%. Наводнения составляют 12%, землетрясения — 18% и оползни — 6,5%.

Вместе с тем, наибольший разовый материальный ущерб наносят землетрясения с $M_s > 7$. От Нефтегорского землетрясения 1995 г. он оценивается в 40 млрд долларов. Наибольшее число жертв принесло цунами в г. Северо-Курильске, когда погибло 10–14 тыс. человек. Однако с учётом разной повторяемости и географического распространения опасных природных явлений различного происхождения соотношения между их среднегодовым ущербом изменяются. По оценкам С. М. Мягкова [1995], на первые места выходят плоскостная и овражная эрозия (7–9 млн долларов), подтопление территорий (5–6 млн), переработка берегов водохранилищ и морей (~4 млн), речная эрозия (4 млн), оползни и обвалы (3–4 млн). После них следуют землетрясения (2–3 млн), а ущерб от цунами составляет лишь 0,6 млн. Вносят вклад суффозия (1 млн), карст (1 млн), пучения грунта (0,6–1 млн), просад-

ки лёссовидных пород (0,6–0,8 млн), термокарст (0,4–0,6 млн), наледообразование (0,2–0,4 млн), термоэрозия (0,2 млн) и ураганные ветры (0,1 млн).

Таким образом, по экономическому ущербу погодно-климатические воздействия являются преобладающими, хотя генезис некоторых связанных с ними явлений (эрозия, переработка берегов, обвалы и оползни, карст) может отчасти быть и тектоническим. На долю собственно тектонических катастроф — землетрясений и цунами приходится лишь немногим более 7% общего ущерба. Как бы то ни было, природные катастрофы экзогенно-климатического и эндогенного происхождения наносят экономике и населению страны заметный урон, и их изучение, предупреждение и минимизация последствий должны стать важным элементом перехода к устойчивому развитию.

Заключение

Книга посвящена воздействиям голоценовых геодинамических явлений, вызванных эндогенной активностью Земли (тектонические движения, сильные землетрясения, извержения вулканов), а также климатических изменений на жизнь общества в эпоху существования производящей экономики, т. е. развития цивилизаций. Это новое направление геоэкологических исследований мы предложили назвать исторической геоэкологией [Трифонов, Караханян, 2004]. Оно рассматривается в книге главным образом на материалах центральной части Альпийско-Гималайского орогенического пояса и сопряжённых с ним областей от Греции и Причерноморья до Западной Индии и Центральной Азии, называвшихся в древности Восточной Ойкуменой. Здесь в течение голоцена ощутимо проявлялись геодинамические процессы, происходили контрастные климатические изменения и, вместе с тем, запечатлелись следы длительного и сложного развития общества. Это позволило реконструировать взаимодействие природных и социальных процессов. Привлекались также данные о природных и общественных изменениях на территории Европейской России.

Анализ и сопоставление представленного материала показали, что совокупность объектов, явлений и процессов, охватывающая человеческих индивидуумов и их жизнеобеспечение и определяющая существование и развитие общества, представляет собой сложную открытую систему. В ней собственно общественные факторы (социальные, политические, экономические и технологические) сочетаются с тектоническими и климатическими. Последние влияют на жизнь людей и общественное развитие, воздействуя как на самого человека, так и на его изделия и окружающую среду.

Природные воздействия на общество, в том числе и катастрофические, были многофакторными событиями, обусловленными взаимодействием природных процессов по принципу открытых систем, что усиливало их интегральное воздействие на человека и общество. Простейшей и наиболее часто реализуемой системой являются сильные землетрясения в зонах активных разломов. Оценивая их воздействие на общество, мы говорим именно о системе, поскольку землетрясения вне активных зон, как правило, не были столь же сильными, а медленные перемещения по разломам, сопровождавшиеся сравнительно слабыми землетрясениями, не оказывали катастрофических воздействий. Более сложная природная система — сочетание активной тектоники и вулканизма. Её проявления в рассмотренных регионах немногочисленны, но весьма катастрофичны и оставили по себе долгую

память. Таковы Великое Минойское землетрясение-извержение Санторина, вероятно породившее миф об Атлантиде, и вулканические события в Юго-Западной Сирии, возможным отголоском которых стала легенда о гибели Содома и Гоморры. Воздействие геодинамических процессов на общество усиливалось вызываемыми ими экзогенными явлениями, такими как усиление эрозии, обвалы и оползни, изменение наземного и подземного стока, растительности и т. п. Это делает необходимой оценку для конкретной территории интегральной природной опасности, которая может существенно превосходить воздействие отдельных природных факторов.

Ещё более сложную систему представляли факторы, обусловившие возникновение и ранние стадии развития производящей экономики, и прежде всего земледелия. Помимо социально-технологических предпосылок, они включали благоприятные климатические и ландшафтные условия. К последним относятся подходящие угодья, почвы, обводнённость и наличие растений, продуктивных и пригодных для воспроизведения. В книге показана роль климатических и ландшафтных факторов в становлении древнейшего земледелия на территории Плодородного полумесяца Ближнего и Среднего Востока. Климатические и геодинамические события влияли и на дальнейшее развитие производящей экономики. Оно проявилось не только в изменениях эффективности и форм сельскохозяйственного производства и численности населения, но и в локализации поселений и поздние городов. Их положение во многом определялось путями наземных и водных коммуникаций, нередко совпадавших с зонами разломов, и удобствами обороны, которые местами были созданы проявлениями активной тектоники и молодого вулканизма. Сочетание климатических вариаций и геодинамических событий наглядно проявлялось в изменениях береговых линий морей и крупных озёр. Древнейшим таким событием, получившим всеобщую известность, стала месопотамская катастрофа, вошедшая в историю как Всемирный потоп. Важные социально-экономические последствия имели и позднейшие события подобного рода, вплоть до современных колебаний уровней Каспия и Арала.

Не обладая столь же развитой способностью к самоорганизации, как общественная система, системы «косной» природы, в частности геодинамические (связанные с активной тектоникой), не могут оказать решающего воздействия на человечество и его жизнеобеспечение, если по своему масштабу и энергии такое воздействие не сверхкатастрофично. Геодинамические системы способны лишь в той или иной мере деформировать общественное развитие — ускорить, замедлить или изменить соотношение взаимодействующих общественных сил. Степень такой деформации зависит как от масштабов природного воздействия, так и от состояния общества.

Как показал исторический опыт, отдельные кратковременные природные воздействия, даже грандиозные по человеческим меркам, будь то сильнейшее землетрясение или извержение вулкана, наводнение или изменение погодных условий, редко становились причиной гибели государства или сколь-нибудь крупной культурно-этнической общности. Их воздействие существенно зависело от состояния общества, и в этом смысле такая катастрофа —

явление в большей мере социальное, чем природное. В экономически и политически устойчивой системе последствия катастрофы быстро изживались, в худшем случае функции разрушенных центров переходили к другим. Важное значение при этом имела неоднозначность природных воздействий: активная тектоника, вызывавшая геодинамические катастрофы, определяла и места, удобные для обитания и развития производящей экономики, а режим рек, приводивший к наводнениям, был и источником плодородия почв. Постоянное положительное влияние источников природной опасности перевешивало их проявлявшийся лишь временами отрицательный эффект.

Если же общество находилось в стадии упадка, переживало политические трудности или военное давление соседей, результаты катастроф могли стать более болезненными. Пострадавшие поселения не восстанавливались в полном объёме, как бы отменяя стадии упадка (так было, например, на островах Родос и Кос после Великого Минойского землетрясения-извержения). Известны случаи, когда землетрясение, иногда сочетавшееся с извержением, помогало осаждавшим захватить важнейший пункт сопротивления противника и тем решить судьбу военной компании. Так было со взятием Бехуры в ~780 г. до н. э., приведшим к завоеванию Южного Присеванья урартами, и штурмом Ани в 1064 г., окончательно сломившим Армянское государство и положившим начало многовековому турецкому владычеству в регионе. В обоих случаях, однако, завоеватели были намного сильнее оборонявшихся, и, как представляется (хотя в истории нет сослагательного наклонения), природная катастрофа лишь ускорила исторически неизбежный результат.

Большее историческое значение имели долговременные воздействия — длительные климатические изменения и эпохи усиления тектонической активности, нередко уступавшие в конкретных проявлениях индивидуальным катастрофам и потому не воспринимавшиеся населением как катастрофические. Речь идёт об охватывавших обширные территории эпохах иссушения и похолодания как фазах многовековых климатических вариаций и синхронной им сейсмической активизации, проявлявшейся сериями сильных землетрясений, которые местами сопровождалась вулканизмом.

В среднем и позднем голоцене такие неблагоприятные эпохи продолжались ~300 лет и повторялись через ~1200, а в одном случае через 1800 лет. Они имели место в начале IV, середине III и последней трети II тысячелетия до н. э., середине I тысячелетия н. э. и XVII– XIX вв. Эти эпохи отчасти предопределили совпавшие с ними по времени крупнейшие трансрегиональные социально-политические кризисы, отмеченные экономическими трудностями, социальной напряжённостью, массовой миграцией населения и обострением вооружённых конфликтов. Вместе с тем кризисы явились переломными моментами в развитии общества, обозначив и, возможно, вызвав переход к новым технологиям и формам общественной жизни. Так, с первым кризисом связано возникновение древнейших городов-государств Шумера. Второй кризис ознаменовал крушение ранних комплексных обществ Ойкумены, на смену которым пришли социально расслоенные общества полукочевых скотоводов, широко использовавших лошадей. Третий

кризис обозначил переход от бронзового к железному веку. С четвёртым кризисом связано установление феодального уклада и широкое распространение двух крупнейших монотеистических религий — христианства и ислама, а с пятым кризисом — формирование индустриального общества и свободного рынка. Обширные исторические материалы о двух последних кризисах позволяют утверждать, что их проявления были глобальными или, по меньшей мере, охватывали большую часть Северного полушария. Отрывочные сведения подобного рода есть и о более ранних кризисных эпохах.

Самое поразительное в природных аспектах рассматриваемых кризисов — синхронность климатических изменений и сейсмотектонической активизации. Синхронность сейсмотектонической и климатической ритмичности обнаруживается и для высокочастотных вариаций, наиболее характерные периоды которых близки к 11 годам или кратны этой величине. Намечается она и для более низкочастотных глобальных вариаций квартера с периодичностью ~40 тыс. лет в эоплейстоцене и ~100 тыс. лет в плейстоцене. Если во временных масштабах, охватывающих сотни тысяч и миллионы лет, есть убедительные доказательства воздействия геодинамических изменений на климат, то для ритмов в десятки тысяч лет и тем более от нескольких годов до первых тысячелетий тектонические изменения не столь велики, чтобы вызвать ощутимые изменения климата. Предполагается, что такая высокочастотная тектоноклиматическая ритмичность обусловлена воздействием и на климат, и на тектонику неких внешних сил, которые могли не быть главным энергетическим источником этих процессов, но выступать в роли триггера. Внешнее воздействие на тектонические и климатические процессы, вероятно, оказывали глобально-астрономические факторы: изменения параметров орбиты вращения Земли и взаимодействия её оболочек и ядра (последние проявляются вариациями геомагнитного поля), колебания солнечной активности и, возможно, изменения относительного положения Солнца, Луны и Земли, определяющие величину приливных сил.

Плейстоценовые тектоноклиматические вариации имели лишь геологическое значение. Более высокочастотные циклы с периодами в годы–десятки лет и 1200–1800 лет непосредственно влияли на экологическую обстановку и систему жизнеобеспечения общества. Они должны учитываться при планировании строительства и землепользования и социально-экономических оценках и прогнозах.

Рост народонаселения и рост производства, обусловленный усложняющимися индустриальными технологиями и глобализацией экономики, привели в XX в. к перманентному экологическому кризису, при котором потребление ресурсов биосферы стало превышать её способность к самовосстановлению и поддержанию необходимого для современной жизни состояния окружающей среды. Дальнейшее развитие этой тенденции может вызвать переход биосферной системы к новой устойчивости, неприемлемой для существования человека. Альтернативой такой перспективы является переход человечества к устойчивому развитию (*sustainable development*), при котором давление на окружающую среду стабилизируется, а затем уменьшается благодаря тому,

что развитие экономики и обеспечение потребностей людей достигается без её количественного роста за счёт совершенствования технологий и регулирования численности населения. Предусматривается таким развитием и более жёсткая система природоохранных мероприятий. Поскольку сохранение человечества как биологического вида и его совершенствование как общественной системы — главная цель человека и общества, переход к устойчивому развитию не имеет альтернативы и является неизбежной задачей, которая может быть решена лишь совместными усилиями всех стран ценой их отказа от некоторых традиций, ожиданий и утвердившихся ценностей.

Тектоноклиматические вариации, и в частности природные катастрофы, способны нарушить переход к устойчивому развитию. Поэтому их всестороннее исследование, основанные на нём прогнозы, мероприятия по минимизации последствий отрицательных природных воздействий и продуктивное использование положительных воздействий являются непременным условием такого перехода. От того, способно ли человечество осуществить этот переход, зависит его будущее: либо достижение качественно новой, более высокой ступени развития, либо деградация и возможная гибель.

В книге показано, что роль воздействий природных процессов на развитие общества и принципы жизни человека в природной среде в полной мере относятся и к России, хотя на значительной части её территории собственно геодинамические воздействия на систему жизнеобеспечения относительно невелики. Россия сохраняет благоприятные стартовые позиции для перехода к устойчивому развитию. А стало быть, сохраняется основа для того, чтобы смотреть в будущее с оптимизмом.

Литература

- Абдрахматов К. Е., Уэлдон Р., Томпсон С. и др.* Происхождение, направление и скорость современного сжатия Центрального Тянь-Шаня (*Киргизия*) // Геология и геофизика. 2001. Т. 42, № 10. С. 1585–1609.
- Аветисян П., Бадалян Р.* Периодизация и хронология погребальных комплексов Орома // 10-я научная сессия, посвящённая итогам археологических исследований в Республике Армении (1993–1995 гг.). Ереван: Ин-т археол. и этногр. НАН Армении, 1996. С. 6–8 (на арм. яз.).
- Аветисян П., Бадалян Р., Амаякян С., Пилтосян А.* К вопросу о периодизации и хронологии эпох бронзы и железа в Армении (шкала А. Мартиросяна в контексте проблем современной археологии) // 10-я научная сессия, посвящённая итогам археологических исследований в Республике Армении (1993–1995 гг.). Ереван: Ин-т археол. и этногр. НАН Армении, 1996. С. 8–12 (на арм. яз.).
- Александровский А. Л.* Отражение природной среды в почве // Почвоведение. 1996. № 3. С. 277–287.
- Андреев Ю. В.* Крито-микенский мир. Греция в XI–IX вв. до н. э. по данным гомеровского эпоса // История древнего мира. Кн. 1: Ранняя древность. М.: Наука, 1989. С. 312–350.
- Андреанов В. В.* История воздействия сельского хозяйства на природу Аральского района // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1991. № 4. С. 47–61.
- Антипов М. П., Волож Ю. А., Лаврушин Ю. А., Леонов Ю. Г.* Геологические события и изменения уровня Каспийского моря // Геоэкология. 1996. № 3. С. 38–50.
- Антонова Е. В.* Комментарий // Мелларт Дж. Древнейшие цивилизации Ближнего Востока. М.: Наука (Гл. ред. вост. лит.), 1982. С. 128–138.
- Арсланов Х. А., Гей Н. А., Измайлов Я. А. и др.* О возрасте и климатических условиях формирования осадков позднелейстоценовых морских террас побережья Керченского пролива // Вестн. ЛГУ. Геология. География. 1983. № 12. Вып. 2. С. 69–79.
- Артемов М. Е., Кабан М. К.* Спектральный анализ гравитационного поля и внешней нагрузки и модели изостатической компенсации (на примере Кавказа) // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1986. № 2. С. 54–65.
- Артюшков Е. В.* Физическая тектоника. М.: Наука, 1993. 457 с.
- Артюшков Е. В.* Рецензия на книгу В. Г. Трифонова и А. С. Караханяна «Геодинамика и история цивилизаций» // Вестн. РАН, 2005. Т. 75, № 6. С. 560–563.
- Асланян А. Т., Сатиан М. А.* Тектонические условия становления офиолитовых зон. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1987. 160 с.

- Бадалян Р.* Проблема абсолютного возраста «шенгавитского» комплекса в свете уточненных радиоуглеродных данных // 10-я научная сессия, посвящённая итогам археологических исследований в Республике Армении (1993–1995 гг.). Ереван: Ин-т археол. и этногр. НАН Армении, 1996. С. 12–15 (на арм. яз.).
- Бакиров А. Б., Миколайчук А. В.* Новый подход к исследованию взаимодействия природы и общества // Вестн. Кыргыз-Рос. Славян. ун-та. 2006. Т. 6, № 4. С. 150–154.
- Балабанов И. П., Гаприндашвили М.* К вопросу локализации древнегреческих городов Питиунт и Диоскурия // Изв. АН ГССР. Сер. ист., археол., этногр. и ист. искусства. 1987. № 2. С. 151–159.
- Бальян С. П., Лиштенберг Д. А., Милановский Е. Е.* Новейшая и современная тектоника сейсмоактивных орогенных Армении района Спитакского землетрясения // Геоморфология. 1989. № 4. С. 3–16.
- Бернал Дж.* Наука в истории общества. М.: Изд-во иностр. лит., 1956. 736 с.
- Бибилова В. И.* К изучению древнейших домашних лошадей Восточной Европы // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1967. Т. 3. С. 113–117.
- Блаватский В. Д.* О подводной археологии // Сов. археология. 1958. № 3.
- Блаватский В. Д.* Подводные раскопки Фанагории в 1959 г. // Сов. археология. 1961. № 1.
- Большаков В. А.* Новая концепция астрономической теории палеоклимата // Проблемы палеогеографии и стратиграфии плейстоцена. М.: Изд-во МГУ, 2000. С. 35–69.
- Бонгард-Левин Г. М., Грантовский Э. А.* От Скифии до Индии. М.: Мысль, 1983. 208 с.
- Бордовская г. Н.* Палеогеография озёр Казахстана в голоцене (по палинологическим данным) // Четвертичный период: методы исследования, стратиграфия и экология: Тез. VII Всесоюз. совещ. Т. 1. Таллинн: Изд-во АН Эстонии, 1990. С. 54–55.
- Бретаницкий Л. С.* Баку. Л.; М.: Искусство, 1970. 248 с.
- Будыко М. И.* Климат в прошлом и будущем. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 351 с.
- Бурлацкая С. П.* Археоманетизм: Изучение древнего геомагнитного поля. М.: ИФЗ АН СССР, 1987. 248 с.
- Буртман В. С., Скобелев С. Ф., Сулержицкий Л. Д.* Таласо-Ферганский разлом: современные смещения в Чаткальском районе Тянь-Шаня // Докл. АН СССР. 1987. Т. 296, № 5. С. 1173–1176.
- Вавилов Н. И.* Ботанико-географические основы селекции. М.; Л.: Сельхозгиз, 1935. 60 с.
- Вавилов Н. И.* Избранные труды. Т. 5: Проблемы происхождения, географии, генетики, селекции растений, растениеводства и агрономии. М.; Л.: Наука, 1965. 786 с.
- Ван Зейст В., Боттема С.* Растительность и климат Западного Ирана и Восточной Турции в голоцене: затруднения при датировании // Вопросы геологии голоцена. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1985. С. 28–38.
- Варуценко С. И., Варуценко А. Н., Клиге Р. К.* Изменение режима Каспийского моря и бессточных водоёмов в палеовремени. М.: Наука, 1987. 240 с.
- Вернадский В. И.* Несколько слов о ноосфере // Успехи современной биологии. 1944. Т. 18. Вып. 2. С. 118–120.

- Вильгельм Г.* Древний народ хурриты. М.: Наука (Гл. ред. вост. лит.), 1992. 158 с.
- Воронов А. А., Михайлова М. Б.* Боспор Киммерийский. М.: Искусство, 1983. 184 с.
- Вулли Л.* Ур халдеев. М.: Изд-во вост. лит., 1961. 256 с.
- Гарецкий Р. Г.* Тектоника молодых платформ Евразии. М.: Наука, 1972. 300 с.
- Гарецкий Р. Г., Карабанов А. К.* Важный вклад в развитие современной геодинамики (о новой книге «Геодинамика и история цивилизаций» В. Г. Трифонова, А. С. Караханяна, М.: Наука, 2004) // Литасфера (Минск). 2005. № 2 (23). С. 160–161.
- Геродот.* История. М.: Ладомир: АСТ, 1999. 740 с.
- Гетман И. Ф.* Сверхдолгосрочный прогноз уровня Каспийского моря с использованием гелиогеофизических факторов // Глобальные изменения природной среды. М.: Научный мир, 2000. С. 237–254.
- Гильгамеш / Пер. Н. Гумилева.* СПб.: Изд-во З. И. Гржебина, 1919. 78 с.
- Глобальные изменения природной среды.* М.: Научный мир, 2000. 304 с.
- Голинский Г. Л., Кондорская Н. В., Захарова А. И. и др.* Каспийское землетрясение 6 марта 1986 г. // Землетрясения в СССР в 1986 г. М.: Наука, 1989. С. 58–77.
- Голубов Б. Н.* Особенности современной геодинамической активности Арало-Каспийского региона // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1994. № 6. С. 96–100.
- Гомер.* Одиссея / Пер. В. Жуковского. М.: Моск. рабочий, 1982. 350 с.
- Горшков В. Г.* Физические и биологические основы устойчивости жизни. М.: ВИНТИ, 1995. 471 с.
- Горькавый Н. Н., Левицкий Л. С., Тайдакова Т. А. и др.* О корреляции графиков угловой скорости вращения Земли и модуля её временной производной с частотой землетрясений в зависимости от их магнитуды // Физика Земли. 1994. № 10. С. 33–38.
- Горькавый Н. Н., Левицкий Л. С., Тайдакова Т. А. и др.* О зависимости корреляции между региональной сейсмичностью Земли и неравномерностью её вращения от глубины очагов землетрясений // Физика Земли. 1999. № 10. С. 52–66.
- Гохберг М. Б., Рогожин Е. А., Гусева Т. В. и др.* Реакция геологических структур на импульсное воздействие крупных взрывов // Геотектоника. 1988. № 5. С. 3–14.
- Грозный Б.* Хеттские народы и языки // Вестн. древ. истории. 1938. № 2.
- Гумилёв Л. Н.* Гетерогенность увлажнения Евразии в средние века // Вестн. ЛГУ. 1966а. № 18. С. 81–90.
- Гумилёв Л. Н.* Открытие Хазарии. М.: Наука, 1966б. 160 с.
- Гумилёв Л. Н.* География этноса в исторический период. Л.: Наука, 1990. 280 с.
- Гумилёв Л. Н.* От Руси до России. М.: Сварог и К, 1998. 336 с.
- Даниленко В. Н.* Неолит Украины. Киев: Наук. думка, 1969.
- Даниленко В. Н.* Энеолит Украины. Киев: Наук. думка, 1974.
- Данилов-Данильян В. И., Лосев К. С.* Экологический вызов и устойчивое развитие. М.: Прогресс: Традиция, 2000. 416 с.
- Девяткин Е. В.* Меридиональный анализ экосистем плейстоцена Азии (основные проблемы) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1993. Т. 1, № 4. С. 77–83.
- Додонов А. Е.* Четвертичный период Средней Азии: Стратиграфия, корреляция, палеогеография. М.: ГЕОС, 2002. 254 с.

- Доклад майора Воскобойникова генералу Головину (параграф 496 от 25.11.1840, № 210) // Акты, собранные Кавказской археолог. комис. Архив Гл. Упр. Наместника Кавказского. Т. IX, Тифлис. 580 с.
- Долуханов П. М.* Палеоэтнические процессы на территории Передней Азии и Кавказа по данным археологии и смежных дисциплин // Междисциплинарные исследования культурогенеза и этногенеза Армянского нагорья и сопредельных областей. Ереван: Изд-во Ереван. гос. ун-та, 1990. С. 116–125.
- Дроздов О. А.* О структуре и возможных причинах колебаний температуры и увлажнения в голоцене // Проблемы палеогеографии и палеоклиматологии. Л.: Изд-во ЛГУ, 1982. С. 42–55.
- Дьяконов И. М.* Языки древней Передней Азии. М.: Наука, 1967.
- Дьяконов И. М.* Предыстория армянского народа. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1968. 250 с.
- Дьяконов И. М.* О прародине носителей индоевропейских диалектов. П.3: Прародина и миграции // Вестн. древ. истории. 1982. № 4. С. 11–25.
- Дьяконов И. М.* Города-государства Шумера // История древнего мира. Кн. 1. Ранняя древность. М.: Наука, 1989. С. 57–72.
- Дьяконов И. М.* Алародии // Вестник древней истории. 1995. № 1. С. 116–123.
- Жидков М. П., Лихачева Э. А., Трифонов В. Г.* Оценка положения городов относительно активных разломов на Русской равнине // Изв. АН. Сер. геогр. 1999. № 2. С. 51–57.
- Заблоцка Ю.* История Ближнего Востока в древности. М.: Наука, 1989. 416 с.
- Иванова Т. П., Трифонов В. Г.* Сочетание дистанционных и наземных методов исследования молодых складчатых деформаций западного погружения Копетдага // Исследование природной среды космическими средствами. Т. 5: Геология и геоморфология. М.: ВИНТИ, 1976. С. 114–122.
- Иванова Т. П., Трифонов В. Г.* Новые аспекты соотношений тектоники и сейсмичности // Докл. РАН. 1993. Т. 331. № 5. С. 587–589.
- Иванова Т. П., Трифонов В. Г.* Сейсмотектоника и современные колебания уровня Каспийского моря // Геотектоника. 2002. № 2. С. 27–42.
- Иванчук П. П.* Гидровулканизм в осадочном чехле земной коры. М.: Недра, 1994. 160 с.
- Игнатов П. А., Лыхин А. Г.* Предпосылки для концентрации радона в подземных водах Московской синеклизы // Изв. вузов. Геология и разведка. 1998. № 3. С. 87–93.
- Изменение климата и ландшафтов за последние 65 миллионов лет. М.: ГЕОС, 1999. 262 с.
- Иосиф Флавий.* Иудейские древности. Т. 2. Ростов: Феникс, 1999. 640 с.
- Исаев А. С., Коровин Г. Н., Сухих В. И. и др.* Экологические проблемы поглощения углекислого газа посредством лесовосстановления и лесоразведения в России. М.: Центр экологической политики России, 1995. 156 с.
- Кадыров Ш.* Ашхабадская катастрофа. Ашхабад: Туркменистан, 1990. 64 с.
- Каплин П. А., Селиванов А. О.* Изменения уровня морей России и развитие берегов: Прошлое, настоящее и будущее. М.: ГЕОС, 1999. 298 с.
- Карпетян Н. К.* Механизм возникновения землетрясений Армянского нагорья. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1986. 228 с.

- Караханян А. С.* Каталог сильных исторических землетрясений Армянского нагорья. Ереван: НИК «Геориск», 1999.
- Караханян А., Багдасарян А., Аракелян С. и др.* Оползни: опасность и риск; Географическая информационная система по оценке опасности и риска от оползней в Республике Армения. Ереван: UNDP, 2000. 274 с.
- Караханян А. С., Трифонов В. Г., Азизбекян О. Г., Хондкарян Д. Г.* Соотношения позднечетвертичной тектоники и вулканизма в Ханарасарской зоне активных разломов (Армянское нагорье) // Теоретические и региональные проблемы геодинамики. М.: Наука, 1999. С. 136–152.
- Караханян Г. О., Сафян П. Г.* Наскальные изображения Сюника. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1970. 394 с.
- Карта современных вертикальных движений территории СССР. М.: ГУГК, 1992. Каспийское море: Гидрология и гидрохимия. М.: Наука, 1986. 261 с.
- Кафтан В. И., Серебрякова Л. И.* Геодезические методы для решения геодинамических задач (современные движения земной коры). М.: ВИНТИ. Сер. геодезия и аэросъемка. 1990. № 28. 152 с.
- Кафтан В. И., Татевян С. К.* Уровень Каспийского моря, вращение Земли и солнечная активность // Космическая геодезия и современная геодинамика. М.: Изд-во МИД РФ, 1996. С. 122–133.
- Квавадзе Э. В., Джейранашвили В. Г.* Голоценовая история развития растительности Гагрского хребта и его предгорий // Вопросы геологии голоцена. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1985. С. 103–108.
- Келлер А. А., Кувакин В. И.* Медицинская экология. СПб.: Петроградский и К°, 1998. 256 с.
- Келлер В.* Библия как история. М.: КРОН-ПРЕСС, 1998. 480 с.
- Кесь А. С., Костюченко В. П., Лисицина Г. Н.* История заселения и древнее орошение Юго-Западной Туркмении. М.: Наука, 1980. 126 с.
- Клейн Л. С.* Ранние индоевропейцы на Кавказе и в Северопонтийских степях // Междисциплинарные исследования культурогенеза и этногенеза Армянского нагорья и сопредельных областей. Ереван: Изд-во Ереван. гос. ун-та, 1990. С. 162–175.
- Клиге Р. К., Данилов И. Д., Конищев В. Н.* История гидросферы. М.: Научный мир, 1998. 368 с.
- Клиге Р. К., Ковалевский В. С., Федорченко Е. А.* Влияние глобальных климатических изменений на водные ресурсы Волжского бассейна // Глобальные изменения природной среды. М.: Научный мир, 2000. С. 220–236.
- Климанов В. А.* Количественные характеристики климата на равнинных территориях СССР в позднеледниковье и голоцене // Четвертичный период: методы исследования, стратиграфия и экология: Тез. VII Всесоюз. совещ. Т. 2. Таллин: АН Эстонии, 1990. С. 67–68.
- Кондратьев К. Я., Донченко В. К.* Экодинамика и геополитика. Т. 1. Глобальные проблемы. СПб.: 1999. 1040 с.
- Кондратьев К. Я., Романюк Л. П.* Устойчивое развитие: концептуальные аспекты // Изв. РГО. 1996. № 6. С. 1–12.
- Копп М. Л.* Структуры латерального выжимания в Альпийско-Гималайском коллизионном поясе М.: Научный мир, 1997. 314 с.

- Корреляция тектонических событий новейшего этапа развития Земли. М.: Наука, 1985. 174 с.
- Костенко Н. П.* Развитие складчатых и разрывных деформаций в орогенном рельефе. М.: Недра, 1972. 320 с.
- Красилов В. А.* Метаэкология. М.: ПИН РАН, 1997. 208 с.
- Краснопевцева Г. В.* Глубинное строение Кавказского сейсмоактивного региона. М.: Наука, 1984. 109 с.
- Кубасов И. М., Кубасова А. А.* Подвиг и трагическая судьба князя А.Черкасского (1714–1717 гг.). Ашхабад: Ылым, 1992. 120 с.
- Куфтин Б. А.* Урартский «колумбарий» у подошвы Арарата и куро-араксский энеолит // Вестн. Гос. музея Грузии АН ГССР. 1944. Т. 13-В. 83 с.
- Кучай В. К.* Зонный орогенез и сейсмичность. М.: Наука, 1981. 164 с.
- Кушнарёва К. Х.* Южный Кавказ в IX–II тысячелетия до н. э. СПб.: Петербургское востоковедение, 1993. 312 с.
- Леви К. Г., Язев С. А., Задонина Н. В. и др.* Современная геодинамика и гелиодинамика. Иркутск: Изд-во ИргГУ, 2002. 182 с.
- Леонов Ю. Г., Антипов М. П., Волож Ю. А. и др.* Геологические аспекты проблемы колебаний уровня Каспийского моря // Глобальные изменения природной среды. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1998. С. 30–57.
- Лилиенберг Д. А.* Новые подходы к оценке современной эндодинамики Каспийского региона и вопросы её мониторинга // Изв. РАН. Сер. геогр. 1994. № 2. С. 16–35.
- Лис Дж.М.* Современные движения на Среднем Востоке // Живая тектоника. М.: Изд-во иностр. лит., 1957. С. 274–281.
- Лобацкая Р. М., Кофф Г. Л.* Разломы литосферы и чрезвычайные ситуации. М.: Рос. эколог. федерал. информ. агентство, 1997. 196 с.
- Лосев К. С.* Экологические проблемы и перспективы устойчивого развития России в XXI веке. М.: Космосинформ, 2001. 400 с.
- Лосев К. С., Ананичева Н. Д.* Экологические проблемы России и сопредельных территорий. М.: Ноосфера, 2000. 288 с.
- Лукина Н. В., Лялько В. И., Макаров В. И. и др.* Предварительные результаты спектрометрического исследования зон разломов Файзабадского и Фрунзенского полигонов // Исслед. Земли из космоса. 1991. № 6. С. 82–92.
- ЛХП.* Памятные записи армянских рукописей XV века. Ч. 1 (1401–1450 гг.) / Сост. Л. Хачинян. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1955.
- Любищев А. А.* Генетика и этика // В. П. Эфроимсон. Генетика этики и эстетики. СПб.: Талисман, 1995. С. 255–276.
- Ляпунова Е. А., Ахвердян М. Р., Воронцов Н. Н.* Робертсоновский веер изменчивости хромосом у субальпийских полёвок Кавказа (*Pitymys*, *Microtinae*, *Rodentia*) // Докл. АН СССР. 1988. Т. 298. № 2. С. 480–483.
- Лятхер В. М.* Вариация сейсмического режима Земли под влиянием изменений длины солнечного цикла // Физика Земли. 2000. № 10. С. 93–96.
- Макаров В. И.* Несогласия и фазы активизации тектонических движений (к палеотектонической интерпретации несогласий) // Проблемы глобальной корреляции геологических явлений. М.: Наука, 1980. С. 139–144.

- Макаров В. И., Кюнцель В. В., Авсюк Ю. Н.* Энергетика экзогенных геологических процессов // *Геоэкология*. 1995. № 2. С. 3–26.
- Макаров В. И., Трифонов В. Г., Щукин Ю. К. и др.* Тектоническая расслоенность литосферы новейших подвижных поясов. М.: Наука, 1982. 116 с.
- Мартirosян А. А.* Армения в эпоху бронзы и раннего железа. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1964.
- Мартirosян А. А.* Наскальные изображения Гегамских гор. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1981. 220 с.
- Мартынов А. И.* Археология. М.: Высшая школа, 1996. 416 с.
- Массон В. М.* Поселение Джейтун (проблема становления производящей экономики). Л.: Наука, 1971. 208 с.
- Массон В. М.* Ритмы культурогенеза и концепция ранних комплексных обществ // *Вестн. Рос. гуманитар. науч. фонда*. 1998. № 3. С. 1–6.
- Массон В. М.* Первые цивилизации и всемирная история. Уфа: «Восточный университет», 1999. 84 с.
- Межлумян С.* Одомашненная лошадь на Армянском нагорье // *Этюдн*. 1992. С. 24–26.
- Мелекесцев И. В.* Вулканизм и рельефообразование. М.: Наука, 1980. 212 с.
- Мелекесцев И. В., Миллер Т. П.* Источник кислотного пика 1645 г. до н. э. в Гренландском ледниковом щите - кальдерообразующее извержение Аниакчак (п-ов Аляска, США) // *Вулканология и сейсмология*. 1997. № 2. С. 32–35.
- Меликишвили Г. А.* Урартские клинообразные надписи. М.: Наука, 1960. 430 с.
- Мелларт Дж.* Древнейшие цивилизации Ближнего Востока. М.: Наука, 1982. 152 с.
- Мельников Е. К., Рудник В. А., Мусийчук Ю. И., Рымарев В. И.* Патогенное воздействие зон активных разломов земной коры Санкт-Петербургского региона // *Геоэкология*. 1994. № 4. С. 50–69.
- Миланкович М.* Математическая климатология и астрономическая теория колебаний климата. М.; Л.: ГОНТИ, 1939. 194 с.
- Милановский Е. Е.* Новейшая тектоника Кавказа. М.: Недра, 1968. 483 с.
- Милановский Е. Е.* Пульсации и расширение Земли – возможный ключ к пониманию её тектонического развития и вулканизма в фанерозое // *Природа*. 1978. № 7. С. 22–34.
- Милановский Е. Е.* Катастрофа на вулканическом острове // *Природа*. 1988. № 6. С. 55–58
- Мовсес Хоренаци.* История Армении. Ереван: Айастан, 1990. 291 с.
- Молчанов А. А.* Таинственные письма первых европейцев. М.: Наука, 1980. 119 с.
- Мунчаев Р. М.* Бронзовые псалии майкопской культуры и проблема возникновения коневодства на Кавказе // *Кавказ и Восточная Европа в древности*. М.: Наука, 1973. С. 71–77.
- Мунчаев Р. М.* Энеолит Кавказа // *Энеолит СССР*. М.: Наука, 1982.
- Мурзаева В. Э.* Палеоклиматические изменения и связанные с ними проблемы четвертичного осадконакопления // *Четвертичная геология Зарубежной Азии*. М.: Наука, 1991. С. 150–191.
- Мягков С. М.* География природного риска. М.: Изд-во МГУ, 1995. 224 с.
- Наше общее будущее*. М.: Прогресс, 1989. 374 с.

- Нейштадт М. И.* К вопросу о некоторых понятиях и разделении голоцена // Вопросы геологии голоцена. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1985. С. 20–27.
- Несмеянов С. А., Измайлов Я. А.* Тектонические деформации Черноморских террас Кавказского побережья России. М.: ПНИИИС, 1995. 239 с.
- Никонов А. А.* Голоценовые и современные движения земной коры: Геолого-геоморфологические и сейсмотектонические вопросы. М.: Наука, 1977. 240 с.
- Никонов А. А.* Современные движения земной коры. М.: Наука, 1979. 184 с.
- Никонов А. А.* Новейшая тектоника района Рогунской ГЭС в Таджикистане // Геотектоника. 1988. № 6. С. 113–121.
- Никонов А. А.* Признаки молодой тектонической активности в зонах Южно-Азовского и Керченского разломов // Геотектоника. 1994. № 5. С. 16–27.
- Никонов А. А.* Гибель античных городов Диоскурии и Севастополиса как результат сейсмических воздействий // Геоэкология. 1997. № 4. С. 104–115.
- Никонов А. А.* Затопленные остатки античных сооружений по берегам Босфора Киммерийского (в связи с проблемой изменения уровня моря) // Рос. археология. 1998. № 3. С. 57–66.
- Никонов А. А., Ваков А. В., Веселов И. А.* Сейсмотектоника и землетрясения зоны сближения Памира и Тянь-Шаня. М.: Наука, 1983. 240 с.
- Никонов А. А., Пахомов М. М.* Древнейшие оледенения Памира // Антропоген Евразии. М.: Наука, 1984. С. 128–135.
- Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. / Ред. Н. В. Кондорская и Н. В. Шебалин. М.: Наука, 1977. 356 с.
- Оганесян П., Абрамян А.* Хрестоматия истории армянского народа. Т. 1. Ереван: Изд-во пол. лит., 1981. 235 с.
- Островский А. Б., Измайлов Я. А., Щеглов А. П. и др.* Новые данные о стратиграфии и геохронологии плейстоценовых морских террас Черноморского побережья Кавказа и Керченско-Таманской области // Палеогеография и отложения плейстоцена южных морей СССР. М.: Наука, 1977. С. 61–68.
- От начала начал / Антология шумерской поэзии. Вступ. ст., пер., коммент., словарь В. К. Афанасьевой. СПб.: Петербургское востоковедение, 1997. 496 с.
- Патрей. Материалы исследования. Вып.1. М.: Ин-т археологии РАН, 1998. 68 с.
- Певнев А. К.* Пути к практическому прогнозу землетрясений. М.: ГЕОС, 2003. 153 с.
- Певнев А. К., Гусева Т. В., Одинов Н. Н., Сапрыкин Г. В.* Закономерности деформаций земной коры в зоне сочленения Памира и Тянь-Шаня // Современные движения земной коры. Новосибирск: Наука, 1978. С. 86–92.
- Пинчасов Б. И.* Новейшая тектоника Южно-Аральского региона. Ташкент: Фан, 1984. 180 с.
- Плахотный Л. Г., Пасынков А. А., Герасимов М. Е., Чир Н. М.* Разрывные нарушения Керченского п-ва // Геол. журн. 1989. № 5. С. 40–46.
- Пригожин И., Стенгерс И.* Порядок из хаоса. М.: Прогресс, 1986. 356 с.
- Пшенин Г. Н., Стекленков А. П., Черкинский А. Е.* Происхождение и возраст доголоценовых террас Арала // Докл. АН СССР. 1984. Т. 276. № 3. С. 675–679.
- Развитие ландшафтов и климата Северной Евразии. Вып. 1: Региональная палеогеография. М.: Наука, 1993. 104 с.
- Разумов Г. А., Хасин М. Ф.* Тонушие города. М.: Наука, 1978. 200 с.

- Расцветаев Л. М.* Некоторые особенности позднеальпийской структуры орогенных областей юга СССР и тектонические напряжения новейшего времени // Новейшая тектоника, новейшие отложения и человек. М.: Изд-во МГУ, 1973. Сб. 5. С. 57–107.
- Расцветаев Л. М.* Сдвиги и альпийская геодинамика Кавказского региона // Геодинамика Кавказа. М.: Наука, 1989. С. 106–111.
- Резанов И. А.* Атлантида как объект научного исследования // Природа. 1988. № 6. С. 44–54.
- Рол Д.* Генезис цивилизации. М.: Эксмо, 2005. 480 с.
- Рыбаков Б. А.* Язычество Древней Руси. М.: София: Гелиос, 2001. 744 с.
- Рыбаков Б. А.* Язычество древних славян. М.: София: Гелиос, 2002. 592 с.
- Рычагов Г. И.* Уровень Каспийского моря за историческое время // Вестн. МГУ. Сер. 5, География. 1993. № 4. С. 42–49.
- Садчикова Т. А., Чепальга А. Л.* Позднечетвертичная история лиманов Северо-Западного Причерноморья // Бюл. Комис. по изуч. четвертич. периода РАН. 1999. № 63. С. 76–85.
- Саядян Ю. В.* Человек и среда в послеледниковое время в бассейне озера Севан и сопредельных областях // Вопросы геологии четвертичного периода Армении. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1983. С. 67–74.
- Свиточ А. А., Селиванов А. О., Янина Т. А.* Палеогеографические события плейстоцена Понто-Каспия и Средиземноморья (материалы по реконструкции и корреляции. М.: МГУ, 1998. 292 с.
- Свиточ А. А., Янина Т. А.* Четвертичные отложения побережий Каспийского моря. М.: РАСХН, 1997. 267 с.
- Селиванов А. О.* Изменения уровня Мирового океана в плейстоцене-голоцене и развитие морских берегов. М.: ИВП РАН, 1996. 268 с.
- Селиванов А. О.* Природа, история, культура: Экологические аспекты культуры народов мира. М.: ГЕОС, 2000. 322 с.
- Сокольский Н. И.* Кепы // Античный город. М.: Изд-во АН СССР, 1963. С. 97–114.
- Солоненко В. П., Тресков А. Л., Жилкин В. М. и др.* Сейсмоструктурная и сейсмичность рифтовой системы Прибайкалья. М.: Наука, 1968. 220 с.
- Специализированный каталог землетрясений Северной Евразии с древнейших времен до 1990 г. / Ред. Н. В. Кондорская, В. И. Уломов. М.: ОИФЗ РАН, 1994. <http://www.ssgis.ru/System of Data Bases>.
- Сравнительное изучение цивилизаций: Хрестоматия / Сост. и ред. Б. С. Басов. М.: Аспект Пресс, 1999. 556 с.
- Страбон.* География. Л.: Наука, 1964. 943 с.
- Стром А. Л.* Сопоставление параметров современных и палеосейсмодислокаций // Физика Земли. 1993. № 9. С. 38–42.
- Сытинский А. Д.* Связь сейсмичности Земли с солнечной активностью и атмосферными процессами. Л.: Гидрометеиздат, 1987.
- Татевян С. К.* Использование методов космической геодезии для современной геодинамики: Дис ... д-ра техн. наук. М.: Ин-т астрономии РАН, 1998. 66 с.
- Тейяр де Шарден П.* Феномен человека. М.: Наука, 1987. 240 с.

- Тимофеев-Ресовский Н. В., Воронцов Н. Н., Яблоков А. В.* Краткий очерк теории эволюции. М.: Наука, 1969.
- Тойнби А. Дж.* Постигание истории. М.: Прогресс, 1991. 732 с.
- Толстов С. П.* По древним дельтам Окса и Яксарта. М.: Изд-во АН СССР, 1962.
- Трифонов В. Г.* Аэрокосмические и наземные методы изучения молодых разрывных нарушений (на примере Копетдага) // Исследование природной среды космическими средствами. Т. 5: Геология и геоморфология. М.: ВИНТИ, 1976. С. 103–113.
- Трифонов В. Г.* Позднечетвертичный тектогенез. М.: Наука, 1983. 224 с.
- Трифонов В. Г.* Особенности развития активных разломов // Геотектоника. 1985. № 2. С. 16–26.
- Трифонов В. Г.* Неотектоника и актуализм // Современная геодинамика и глубинное строение территории СССР. М.: Наука, 1990. С. 3–16.
- Трифонов В. Г.* Неотектоника Евразии. М.: Научный мир, 1999. 254 с.
- Трифонов В. Г., Востриков Г. А., Лыков В. И. и др.* Тектонические аспекты Кумдагского землетрясения 1983 г. в Западной Туркмении // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1986. № 5. С. 3–16.
- Трифонов В. Г., Востриков Г. А., Трифонов Р. В., Соболева О. В.* Активные разломы Евразии: геодинамический аспект // Тектонические и геодинамические феномены. М.: Наука, 1997. С. 174–195.
- Трифонов В. Г., Востриков Г. А., Трифонов Р. В. и др.* Современная геодинамика Альпийско-Гималайского пояса // Глобальные изменения природной среды. Новосибирск: СО РАН, НИЦ ИОГГМ, 1998. С. 85–94.
- Трифонов В. Г., Караханян А. С.* Геодинамика и история цивилизаций. М.: Наука, 2004. 668 с.
- Трифонов В. Г., Кожурич А. И., Лукина Н. В.* Изучение и картирование активных разломов // Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии. Т. 1. М.: РАН, 1993. С. 196–206.
- Трифонов В. Г., Макаров В. И.* Эксперимент «Тянь-Шань-Интеркосмос-88» // Земля и Вселенная. 1989. № 4. С. 30–34.
- Трифонов В. Г., Соболева О. В., Трифонов Р. В., Востриков Г. А.* Современная геодинамика Альпийско-Гималайского коллизийного пояса. М.: ГЕОС, 2002. 250 с.
- Трифонов В. Г., Трифонов Р. В.* Происхождение и экологические последствия фангорийской регрессии Чёрного моря // Геоэкология. 2006. № 6. С. 509–521.
- Трифонов В. Г., Эль-Хаир Ю.* Библийская легенда глазами геологов // Природа. 1988. № 8. С. 34–45.
- Трубихин В. М.* Палеомагнетизм и хронология климатических событий позднего голоцена Западной Туркмении // Геохронология четвертичного периода. Таллинн: АН Эстонии, 1989. С. 66.
- Удивительные эгейские царства / Пер. с англ. Т. Азаркович. М.: Терра, 1997. 168 с.
- Уломов В. И., Полякова Т. П., Медведева Н. С.* Динамика сейсмичности бассейна Каспийского моря // Физика Земли. 1999. № 12. С. 76–82.
- Уломов В. И., Шумилина Л. С.* Комплект карт общего сейсмического районирования территории Российской Федерации – ОСР-97. Масштаб 1:8 000 000. Объяснительная записка. М.: ОИФЗ РАН, 1999. 57 с.

- Федоров П. В.* Позднеплейстоценовая история Чёрного моря и развитие южных морей Европы // Палеогеография и отложения плейстоцена южных морей СССР. М.: Наука, 1977. С. 25–32.
- Федоров П. В.* Плейстоцен Понто-Каспия. М.: Наука, 1978. 168 с.
- Федоров П. В.* Последледниковая трансгрессия Чёрного моря и проблема изменений уровня океана за последние 15 000 лет // Колебания уровня морей и океанов за 15 000 лет. М.: Наука, 1982. С. 151–156.
- Федоров П. В.* Некоторые проблемы геологической истории Каспийского моря // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1994. Т. 2, № 2. С. 71–79.
- Фрай Р.* Наследие Ирана. М.: Наука (Гл. ред. вост. лит.), 1972. 468 с.
- Фрэзер Д. Д.* Фольклор в Ветхом Завете. М.: Изд-во полит. лит., 1989. 544 с.
- Холодов В. Н.* Постседиментационные преобразования в элизионных бассейнах. М.: Наука, 1983. 152 с.
- Холодов В. Н.* К проблеме генезиса полезных ископаемых элизионных впадин. Сообщение 1. Южно-Каспийский элизионный бассейн // Литология и полез. ископаемые. 1990. № 6. С. 3–25.
- Чернов А. А.* Загадки затонувших городов. М.: Вече, 2004. 480 с.
- Чижевский А. Л.* Земное эхо солнечных бурь. М.: Мысль, 1973. 350 с.
- Шикломанов И. А.* Гидрологические аспекты проблемы Каспийского моря. Л.: Гидрометеоздат, 1976. 80 с.
- Шилик К. К.* Изменения уровня Чёрного моря в позднем голоцене и палеотопография археологических памятников Северного Причерноморья античного времени // Палеогеография и отложения плейстоцена южных морей СССР. М.: Наука, 1977. С. 158–163.
- Шилик К. К.* Обнаружение двух античных городов на дне Керченского пролива // Thracia Pontica. Vol. 4. Sofia, 1991.
- Шило Н. А., Кривошей М. И.* Взаимосвязь колебаний уровня Каспийского моря с напряжениями в земной коре // Вестн. АН СССР. 1989. № 6. С. 83–90.
- Шишкин М. А.* Биологическая эволюция и природа нравственности // Общественные науки и современность. 2004. № 1. С. 126–134.
- Шнитников А. В.* Изменчивость общей увлажненности материков Северного полушария // М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1957. 337 с. (Зап. Геогр. об-ва СССР. Н.С.; Т. 16).
- Шпенглер О.* Закат Европы. Ростов: Феникс, 1998. 640 с.
- Шербаков Ф. А.* Отражение изменений уровня моря в разрезах позднечетвертных морских отложений // Колебания уровня морей и океанов за 15 000 лет. М.: Наука, 1982. С. 112–120.
- Энгельс Ф.* Происхождение семьи, частной собственности и государства. М.: Партиздат ЦК ВКП(б), 1937. 244 с.
- Эфроимсон В. П.* Генетика этики и эстетики. СПб.: Талисман, 1995. 288 с.
- Я открою тебе сокровенное слово: Литература Вавилонии и Ассирии.* М.: Худож. лит., 1981. 351 с.
- Abich G.* Geognostische Reize zum Ararat Montsberichte der Gesselshaft fur Erdkunde zu Berlin. Ser. 2. 1846. Vol. 4. 47 p.

- Active tectonics. Wash., D. C. : Nat. Acad. Press, 1986. 266 p.
- Allen C. R.* Geological criteria for evaluating seismicity // *Bul. Geol. Soc. Amer.* 1975. Vol. 86, N 8. P. 1041–1057.
- Allen C. R., Gillespie A. R., Han Yuan et al.* Red River and associated faults, Yunnan Province, China: Quaternary geology, slip rates, and seismic hazard // *Bul. Geol. Soc. Amer.* 1984. Vol. 95, N 6. P. 686–700.
- Ambraseys N. N.* Some characteristic features of the Anatolian fault zone // *Tectonophysics.* 1970. Vol. 9. P. 143–165.
- Ambraseys N. N.* Engineering seismology // *Earthquake engineering and structural dynamics.* 1988. Vol.17. P. 1–105.
- Ambraseys N. N.* Temporary seismic quiescence: SE Turkey // *Geophys. J.* 1989. Vol. 96, N 3. P. 311–333.
- Ambraseys N. N.* The earthquake of 1 January 1837 in Southern Lebanon and Northern Israel // *Ann. Geofis.* 1997. Vol. 40, N 4. P. 923–935.
- Ambraseys N. N., Adams R. D.* Long-term seismicity of North Armenia // *EOS.* 1989. Vol. 70, N 10. P. 152–154.
- Ambraseys N. N., Finkel C. F.* The seismicity of Turkey and adjacent areas. A Historical Review. Istanbul: EREN, 1995. 240 p.
- Ambraseys N. N., Melville C. P.* A history of Persian earthquakes. N. Y. : Cambridge Univ. Press, 1982. 219 p.
- Ambraseys N. N., Melville C. P., Adams R. D.* The Seismicity of Egypt, Arabia and the Red sea. N. Y. : Cambridge Univ. Press. 1994. 181 p.
- Ambraseys N. N., Moinfar A.* The Seismicity of Iran. The Silakhor, Lurestan, earthquake of 23rd January, 1909 // *Ann. Geofis.* 1973. Vol. 26, N 4. P. 659–678.
- Ambraseys N. N., White D.* The seismicity of the Eastern Mediterranean Region 550–1 BC: A re-appraisal // *J. Earthquake Engineering.* 1997. Vol. 1, N 4. P. 603–632.
- Angelier J., Lyberis N., Le Pichon X. et al.* The tectonic development of the Hellenic arc and the sea of Crete: A synthesis // *Tectonophysics.* 1982. Vol. 86, N 1/3. P. 159–196.
- Archaeoseismology / S.Stiros and R. E. Jones (Eds.) Athens: I. G. M. E. and the British School at Athens, Fitch Lab. Occasional paper 7. Oxford: Oxbow Books, 1996. 268 p.
- Armijo R., Tapponnier P.* Late Cenozoic right-lateral strike-slip faulting in Southern Tibet // *J. Geophys. Res.* 1989. Vol. 94, N B3. P. 2787–2838.
- Atlas of active faults in China. Beijing: Seismol. Press, XI'AN Cartographic Publ. House, 1989. 118 p.
- Bachmanov D. M., Trifonov V. G., Hessami Kh.T. et al.* Active faults in the Zagros and the central Iran // *Tectonophysics.* 2004. Vol. 380. P. 221–241.
- Badaljan R., Edens C., Kohl P., Tonikjan A.* Archaeological investigations at Horom in the Shirak Plain of Northern Armenia, 1990 // *Iron.* 1992. Vol. 30.
- Bankwitz P., Bankwitz E.* Einige Merkmale tektonischer Erdkrusterbewegungen im Hinblick auf rezente Bewegungen // *Geol. und Geophys. Veroff.* 1974. Vol. 3, N 35. P. 110–118.
- Barich B. E.* Geoarchaeology of Farafra (Western Desert) and the origin of agriculture in the Sahara and the Nile Valley // *On geoscience and archaeology in the*

- Mediterranean countries. Cairo: Geol. Survey of Egypt Special Publ. N 70, 1995. P. 37–45.
- Bassinot F. C., Laberie L. D., Vincent E. et al.* The astronomic theory of climate and the age of the Brunhes-Matuyama magnetic reversal // Earth and Planet. Sci. Lett. 1994. Vol. 126. P. 91–108.
- Ben-Menahem A.* Four thousand years of seismicity along the Dead Sea Rift // J. Geophys. Res. 1991. Vol. 96, N. B2. P. 20195–20216.
- Bentor Y. K.* Geological events in the Bible // Terra Nova. 1990. Vol. 1. P. 326–338.
- Berberian M.* Contribution on the seismotectonics of Iran. Tehran: Geol. Survey of Iran. 1976. Part 1: 517 p. 1977. Part 2: 278 p.
- Berberian M.* Natural hazards and the first earthquake catalogue of Iran. Vol. 1: Historical hazards in Iran prior to 1900. Tehran: IIEES Publ., 1994. 604 p.
- Berberian M., Qorashi M., Jackson J. A. et al.* The Rudbar-Tarom earthquake of 20 June 1990 in NW Persia: Preliminary field and seismological observations, and its tectonic significance // Bul. Seismol. Soc. Amer. 1992. Vol. 82, N 4. P. 1726–1755.
- Berger A.* Accuracy and frequency stability of the Earth's orbital elements during the Quaternary // Milankovitch and climate. Understanding the response to astronomical forcing. D.Reidel Publ. Company. Ser.C. Math. and Phys. Sci. 1984. Vol. 126. Pt 1. P. 3–40.
- Bhattacharyya A., Yadav R. R.* Holocene climatic changes in the western Himalaya // INQUA: XIII Intern. Congr. Abstracts. Beijing, 1991. P. 26.
- Blegen C. W.* Troy and Trojans. L., 1963.
- Bottema S.* The Late Quaternary vegetation history of north-central Turkey // INQUA: XIII Intern. Congr. Abstracts. Beijing, 1991. P. 32.
- Braemer F., Échallier J.-C., Taraqji A.* Khirbet al Umbashi. Villages et campement de pasteurs dans le «désert noir» (Syrie) à l'âge du Bronze. Bibliothèque archéologique et historique. T. 171. Beyrouth: Institut Français du proche-orient, 2004. 374 p.
- Butler H. G.* Ancient architecture in Syria // Leyden: Publ. of Princeton Univ. Archaeological Expedition to Syria in 1904–1905, 1920.
- Butzer K. W.* Quaternary stratigraphy and climate in the Near East // Bonn: Bonner Geogr. Abh., 1958. N 24. 157 S.
- Capanna E.* Robertsonian numerical variation in animal speciation: *Mus musculus*, an emblematic model // Mechanisms of evolution. N. Y. : Liss Publ., 1982. P. 155–177.
- Caputo R.* Geological and structural survey of the recent and active brittle deformation of the Neogene-Quaternary basins of Thessaly (central Greece). Ph. Dr. Thesis. Sci. Ann. of Univ. of Thessaloniki. 1990. Vol. 12. 251 p.
- Catalogue of ancient earthquakes in the Mediterranean area up to the 10th century / E.Guidoboni with collaboration of A.Comastri and G.Traina. Rome: Istituto Nazionale di Geofisica, 1994. 504 p.
- Davies T. R. H.* Spreading of rock avalanche debris by mechanical fluidization // Rock Mechanics. 1982. Vol. 15. P. 9–24.

- Dewey J. F., Hempton M. R., Kidd W. S. F. et al.* Shortening of continental lithosphere: the neotectonics of Eastern Anatolia – a young collision zone // *Collision tectonics*. Geol. Soc. London Spec. Publ. 19. 1986. P. 3–36.
- Dhavalikar M. K.* Environmental changes and historical process // *INQUA: XIII Intern. Congr. Abstracts*. Beijing, 1991. P. 77.
- Ding Guoyu.* Active faults in China // *A collection of papers of Intern. Sympos. on continental seismicity and earthquake prediction*. Beijing: Seismol. Press, 1984. P. 225–242.
- Ding Guoyu, Lu Yanchou.* A preliminary discussion on the status of recent intraplate motions in China // *Kexue Tongbao*. 1988. Vol. 33, N 1. P. 52–57.
- Dörpfeld W.* Troja und Ilion: Ergebnisse der Ausgrabungen in den vorhistorischen und historischen Schichten von Ilion 1870–1894. Athens, 1902 (reprinted in Osnabrück, 1968).
- Dubret L., Dunand M.* Les gisements ossifères de Khirbet El-Umbachi et de Hebariye (Safa) // *Annuel Archeologique de Syrie*. Damas, 1954–1955. T. 4–5. P. 59–76.
- Evans A. J.* The Palace of Knossos. Provisional report of the excavation for the year 1902 // *BSA*. 1902. Vol. 8. P. 1–124.
- Evans A. J.* The Palace of Minos at Knossos. Vol. 3. L., 1930.
- Evans A. J.* The Palace of Minos at Knossos. Vol. 4, pts 1, 2. L., 1935.
- Fontugne M., Arnold M., Labeyrie L., et al.* Initiation of the stagnation of the Eastern Mediterranean during the Holocene. Oxygen isotope evidences for multiple sources for fresh water inputs // *INQUA: XIII Intern. Congress. Abstracts*. Beijing, 1991. P. 99.
- Garfunkel Z., Ben-Abraham Z.* Basins along the Dead Sea Transform // P. A. Ziegler, W. Cavazza, A. H. F. Robertson and S. Crasquin-Soleau (Eds.) *Peri-Tethys Memoir 6: Peri-Tethyan Rift/Wrench Basins and Passive Margins*. Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle. 2001. Vol. 186. P. 607–627.
- Geological map of Syria, 1:200 000 / Ponikarov V. (Ed.)*. Damascus: Ministry of Industry, 1964.
- Hamroush H. A., Stanley D. J.* Paleoclimatic oscillations in East Africa interpreted by analysis of trace elements in Nile delta sediments // *Episodes*. 1990. Vol. 13, N 4. P. 264–269.
- Horowitz A.* The Quaternary of Israel. N. Y. -London: Acad. Press, 1979. 394 p.
- Horowitz A.* Subsurface palynostratigraphy and paleoclimates of the Quaternary Jordan Rift Valley fill, Israel // *Isr. J. Earth Sci.* 1987. Vol. 36, N 1–2. P. 31–44.
- Hughes T. J.* Deluge II and the continent of doom: rising sea level and collapsing Antarctic ice // *Boreas*. 1987. Vol. 16, N 2. P. 89–100.
- Imbrie J., Hays J. D., Martinson D. C. et al.* The orbital theory of Pleistocene climate: support from a revised chronology of the marine ^{18}O records // *Milankovitch and climate. Understanding the response to astronomical forcing*. D. Reidel Publ. Company. Ser. C. Math. and Phys. Sci. 1984. Vol. 126. Pt 1. P. 269–305.
- Innocenti F., Mazzuoli R., Pasquare G. et al.* Geology of the volcanic area north of Lake Van (Turkey) // *Geol. Rundsch.* 1980. Vol. 69. P. 292–322.
- Issar A. S.* La Bible et la science font-elles bon ménage? // *Recherche*. 1996. Vol. 283. P. 48–54.

- Jackson J., McKenzie D.* The relationship between plate motion and seismic moment tensors and the rates of active deformation in the Mediterranean and Middle East // *Geophys. J.* 1988. Vol. 93, N 1. P. 45–73.
- Karakhian A., Djrbashian R., Trifonov V. et al.* Holocene-Historical Volcanism and Active Faults as Natural Risk Factor for Armenia and Adjacent Countries // *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 2002. Vol. 114, N 2374. P. 1–27.
- Karakhian A. S., Tsoalakyian P., Grillo J. C. et al.* Tectonic impact on the Lake Sevan environment (Armenia) // *Environ. Geol.* 2001. Vol. 40, N 3. P. 279–288.
- Karakhian A. S., Trifonov V. G., Philip H. et al.* Active faulting and natural hazards in Armenia, the eastern Turkey and the northwestern Iran // *Tectonophysics.* 2004. Vol. 380. P. 189–220.
- Karakhian A. S., Trifonov V. G., Ivanova T. P. et al.* Seismic deformation in the St. Simeon Monasteries (Qal'at Sim'an), Northwestern Syria // *Tectonophysics.* 2008. Vol. 453. P. 122–147.
- Kayan I.* Holocene geomorphic evolution of the Beşik Plain and changing environment of ancient man // *Studia Troica.* 1991. Bd 1. P. 79–92.
- Kayan I.* The Troia Bay and supposed harbour sites in the Bronze Age // *Studia Troica.* 1995. Bd 5. P. 211–235.
- Kayan I.* Holocene stratigraphy and geomorphological evolution of the Aegean coastal plains of Anatolia // *Quatern. Sci. Rev.* 1999. Vol. 18. P. 541–548.
- Kayan I.* The water supply of Troia // *Studia Troica.* 2000. Bd 10. P. 135–144.
- Keller J., Ryan W. B. F., Nikovich D., Altherr R.* Explosive volcanic activity in the Mediterranean over the past 200,000 yr as recorded in deep-sea sediments // *Bul. Geol. Soc. Amer.* 1978. Vol. 89. P. 591–604.
- Korfmann M. O.* Troia/Wilusa. Guidebook. Tübingen: Canakkale-Tübingen Troia Foundation, 2005. 150 p.
- Krenker D.* Die wallfahrtskirche, des Simeon Stylites in Kalat Siman. Berlin, 1939.
- La Marche V. C., Jr., Hirschboeck K. K.* Frost rings in trees as records of major volcanic eruptions // *Nature.* 1984. Vol. 307. P. 121–126.
- Leroi-Gourhan A., Darmon F.* Analyses palynologiques de sites archeologiques du Pleistocene final dans la vallee du Jourdain // *Isr. J. Earth Sci.* 1987. Vol. 36. P. 65–72.
- Li Jijun.* Uplift of the Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau and global change. Lanzhou: Univ. Press, 1995. 207 p.
- Liu Tungsheng.* Geological environments in China and global change. Lecture in the 30th IGC. Beijing, 1996. 8 p.
- Lovelock J. E.* Gaia. A New Look at Life on Earth. N. Y. : Oxford Univ. Press, 1982. 157 p.
- Marchetti N., Nigro L.* Benvenutia Gerico // *Archeologia viva.* 1997a. Anno XVI, N 65 nuova serie. P. 39–56.
- Marchetti N., Nigro L.* La Palestina ricomincia da Gerico // *Archeologia viva.* 1997b. Anno XVI. N 66. nuova serie. P. 36–54.
- Marinatos S.* The volcanic destruction of Minoan Crete // *Antiquity.* 1939. Vol. 13. P. 425–439.
- McClusky S., Balassanian S., Barka A. et al.* Global Positioning System constraints on plate kinematics and dynamics in the eastern Mediterranean and Caucasus // *J. Geophys. Res.* 2000. Vol. 105, N B3. P. 5695–5719.

- McClusky S., Reilinger R., Mahmoud S. et al.* GPS constraints on Africa (Nubia) and Arabia plate motions // *Geophys. J. Intern.* 2003. Vol. 155, N 1. P. 126–138.
- McKenzie D.* Active tectonics of the Alpine-Himalayan belt: the Aegean Sea and surrounding regions // *Geophys. J. Roy. Astron. Soc.* 1978. Vol. 55. P. 217–254.
- Meghraoui M., Gomez F., Sbeinati R. et al.* Evidence for 830 years of seismic quiescence from palaeoseismology, archaeoseismology and historical seismicity along the Dead Sea fault in Syria // *Earth and Planet. Sci. Lett.* 2003. Vol. 210. P. 35–52.
- Min Longrui, Yin Zhanguo.* The main tectonic events of Quaternary in China // *INQUA: 13th Intern. Congr. Abstracts.* Beijing, 1991. P. 239.
- Moinfar A., Mahdavian A., Maleki E.* Historical and instrumental earthquakes data collection of Iran. Tehran: Mahab Ghods, 1994. 450 p.
- Molnar P., Deng Qidong.* Faulting associated with large earthquakes and the average rate of deformation in central and eastern Asia // *J. Geophys. Res.* 1984. Vol. 89, N B7. P. 6203–6227.
- Mörner N.-A.* The Fennoscandian uplift and Late Cenozoic Geodynamics: Geological evidence // *Geojournal.* 1979. Vol. 3, N 3. P. 287–318.
- Mörner N.-A.* Uplift of the Tibetan Plateau: a short review // *INQUA: 13th Intern. Congr. Special Proc. Review reports.* Beijing, 1991. P. 78–80.
- Newman W. S., Marcus L. F., Pardi R. R. et al.* Eustasy and deformation of the geoid: 1000–6000 radiocarbon years B. P. // *Earth rheology, isostasy and eustasy.* N. Y.: Wiley, 1980. P. 555–567.
- Nikonov A. A.* Destructive earthquakes in Soviet Armenia // *Tectonophysics.* 1991. Vol. 193. P. 225–229.
- Nikonov A. A.* Active faults: Definition and identification problems // *Research on active faults, 4.* Beijing: Seismol. Press, 1995. P. 140–152.
- Nikonov A. A., Sholokhov V. V.* Active faults of the Touran Platform // *J. Earthquake Predict. Res.* 1996. Vol. 5, N 3. P. 383–393.
- Nissenbaum A.* Sodom, Gomorrah and the other lost cities of the Plain – a climatic perspective // *Climatic Change.* 1994. Vol. 26. P. 435–446.
- Oswalt F.* *Armenian Handbuch der regionalen Geologie.* Heidelberg: Univ., 1912. H. 10.
- Papadopoulos G. A.* Cenozoic volcanism, deep tectonics, and crustal deformation in the Aegean area // *Paleomagnetic rotation and continental deformation.* Dordrecht: Kluwer Acad. Publ., 1989. P. 95–113.
- Papazachos C. B., Kiratzi A. A.* A detailed study of the active crustal deformation in the Aegean and surrounding area // *Tectonophysics.* 1996. Vol. 253. P. 129–153.
- Pavlidis S. B.* Active faults in Greece // *J. Earth. Predict. Res.* 1996. Vol. 5, N 3. P. 422–430.
- Pavlidis S. B., Kiliyas A. A.* Neotectonic and active faults along the Serbomacedonian zone (SE Chalkidiki, northern Greece) // *Ann. Tectonicae.* 1987. Vol. 1, N 2. P. 97–104.
- Pearson G. W., Stuiver M.* High precision calibration of the radiocarbon time scale, 500–2500 BC // *Radiocarbon.* 1986. Vol. 28. P. 839–862.
- Perspectives in Paleoseismology / L.Serva and D. B. Slemmons (Eds.). AEG. 1995. Special Publ. N. 6. 140 p.
- Petit-Maire N., Page N.* Remote sensing and past climatic changes in tropical deserts: Example of the Sahara // *Episodes.* 1992. Vol. 15, N 2. P. 113–117.

- Philip H., Avagyan A., Karakhanian A. et al.* Estimating slip rates and recurrence intervals for strong earthquakes along an intracontinental fault: example of the Pambak-Sevan-Sunik Fault (Armenia) // *Tectonophysics*. 2001. Vol. 343. P. 205–232
- Philip H., Karakhanian A.* Tremblements de terre et archeologie // *Pour la Science (Scientific American)*. 1999. Vol. 261, N 7. P. 36–40.
- Piazzano P.* Le impronte del grande diluvio // *Airone*. 1997. Vol. 200. P. 28–30.
- Pirazzoli P.* The Early Byzantine tectonic paroxysm // *Geomorph. Suppl.* 1986. Vol. 62. P. 31–49.
- Pirazzoli P. A.* Uplift of Ancient Greek coastal sites: Study, methods and results // *Archaeoseismology*. Athens: I. G. M. E. and British School at Athens. Fitch Lab. Occasional Paper 7, 1996. P. 237–246.
- Poirer J. P., Taher M. A.* Historical seismicity in the Near and Middle East, North Africa, and Spain from Arabic documents (VII–XVIII century) // *Bul. Seism. Soc. Amer.* 1980. Vol. 70, N 6. P. 2185–2201.
- Ruddiman W. F., Raymo M., Mcintyre A.* Matuyama 41,000-year cycles: North Atlantic Ocean and northern hemisphere ice sheets // *Earth and Planet. Sci. Lett.* 1986. Vol. 80. P. 117–129.
- Rukieh M., Trifonov V. G., Dodonov A. E. et al.* Neotectonic Map of Syria and some aspects of Late Cenozoic evolution of the north-western boundary zone of the Arabian plate // *J. Geodynamics*. 2005. Vol. 40. P. 235–256.
- Ryan W. B. F., Major C. O., Lericolais G., Goldstein S. L.* Catastrophic Flooding of the Black Sea. *Ann. Rev. Earth Planet. Sci.* 2003. Vol. 31. P. 525–554.
- Sandweiss D. H., Maasch K. A., Anderson D. G.* Transitions in the Mid-Holocene // *Science*. 1999. Vol. 283. P. 499–500.
- Saroglu F.* Age and offset of the North Anatolian fault // *METU J. of pure and applied sciences*. 1988. Vol. 21, N 1-3. P. 65–79.
- Sbeinati M. R., Darawcheh R., Mouty M.* The historical earthquakes of Syria: an analysis of large and moderate earthquakes from 1365 BC to 1900 AD // *Ann. Geophys.* 2005. Vol. 48, N 3. P. 347–435.
- Sbrana A., Vougioukalakis G.* Study of the Minoan eruption and the historic explosive events on Santorini aiming at the volcanic hazard assessment // *Santorini Volcano Laboratory. Main results - Study of the Santorini Volcano. European Commission, DG XII. Contract EV5V-CT93-0285*. 1996. 40 p.
- Seismotectonic map of Greece with seismogeological data. Scale 1:500 000. Athens, 1989.
- Sieh K. E.* Prehistoric large earthquakes by slip on the San Andreas Fault at Palmett Creek, California // *J. Geophys. Res.* 1978. Vol. 83, N B8. P. 3907–3939.
- Stanley D. J., Blambied C.* Late Quaternary water exchange between the eastern Mediterranean and the Black Sea // *Nature*. 1980. Vol. 285. P. 537–541.
- Stanley D. J., Warne A. J.* Sea level and initiation of Predynastic culture in the Nile Delta (Abstract) // *On geosciences and archaeology in the Mediterranean countries. Cairo: Geol. Survey of Egypt Special Publ. N 70, 1995*. P. 529–531.
- Stiros S. C.* Environmental effects and cultural gaps in the Eastern Mediterranean // *On geosciences and archaeology in the Mediterranean countries. Cairo: Geol. Survey of Egypt Special Publ. N 70, 1995*. P. 415–421.

- Stiros S., Rondoyanni Th.* Recent vertical movements across the Atalanti fault zone (Central Greece) // *Paleoph.* 1985. Vol. 123. P. 837–848.
- Suivier M., Reimer P. J., Bard E. et al.* INTCAL98 Radiocarbon age calibration 24,000–0 cal. BP // *Radiocarbon.* 1998. Vol. 40. P. 1041–1083.
- Sustainability indicators. Chichester etc.: John Willy and Sons, 1997. 415 p.
- Sylvestre A. G.* Strike-slip faults // *Bul. Geol. Soc. Amer.* 1988. Vol. 100. P. 1666–1703.
- Taher M. A.* Corpus des textes Arabes relatifs aux tremblements de terre et autres catastrophes naturelles d la Couquete Arab XII H./XVIII Jc. Paris: Sorbonne Univ., 1979.
- Taviani M.* The ever changing climate: Late Quaternary palaeoclimatic modifications of the Red Sea region as deduced from coastal and deep-sea geological data // *On geoscience and archaeology in the Mediterranean countries.* Cairo: Geol. Survey of Egypt Special Publ. N 70, 1995. P. 193–200.
- Tchalenko J.* Villages antiques de la Syrie du Nord. Pt 1, 2. Institut Français D'Archeology de Beyrouth. Bibliotheque Archeologique et Historique. Vol. 50. Paris, 1953.
- Tchalenko J. S.* A reconnaissance of the seismicity and tectonics at the northern border of the Arabian plate (Lake Van region) // *Rev. Geogr. Phys. Geol. Dyn.* 1977. Vol. 19. P. 189–208.
- Tchalenko J. S., Berberian M.* Dasht-e-Bayaz fault, Iran: Earthquake and earlier related structures in bed rock // *Bul. Geol. Soc. Amer.* 1975. Vol. 86, N 5. P. 703–709.
- Thera and the Aegean World III. Vol. 3: Chronology. Proc. of the Third Intern. Congr., Santorini, Greece. London: The Thera Foundation, 1990. 248 p.
- Thorarinsson S.* Some problems of volcanism in Iceland // *Geol. Rdsch.* 1967. Vol. 57, N 1. P. 1–20.
- Tiedemann H.* Catalogue of Earthquakes and Volcanic Eruptions. Zurich: Swiss Reinsurance C°, 1991. 94 p.
- Trifonov V. G.* World map of active faults, their seismic and environmental effects// *Historical and Prehistorical Earthquakes in the Caucasus.* Dordrecht: Kluwer Acad. Publ., 1997. P. 169–180.
- Trifonov V. G.* Using active faults for estimating seismic hazard // *J. Earth. Predict. Res.* 2000. Vol. 8, N 2. P. 170–182.
- Trifonov V. G.* The Bible and geology: destruction of Sodom and Gomorrah // *Myth and Geology.* Geol. Soc. of London. Special Publ. 273, 2007. P. 133–142.
- Trifonov V. G., Karakhanian A. S., Assaturian A. O., Ivanova T. P.* Relationship of earthquakes and active faults in Anatolia, the Lesser Caucasus and the Middle East // *Continental collision zone earthquakes and seismic hazard reduction.* Yerevan: IASPEI/IDNDR Publ., 1994. P. 41–55.
- Trifonov V. G., Karakhanian A. S., Kozhurin A. I.* Major active faults of the collision area between the Arabian and the Eurasian plates // *Continental collision zone earthquakes and seismic hazard reduction.* Yerevan: IASPEI/IDNDR Publ., 1994. P. 56–78.
- Trifonov V. G., Machette M. N.* The World map of major active faults Project // *Ann. Geofis.* 1993. Vol. 36, N 3–4. P. 225–236.
- Trifonov V. G., Makarov V. I., Skobelev S. F.* The Talas-Fergana active right lateral fault // *Ann. Tectonicae. Special Issue.* 1992. Supplement to Vol. 6. P. 224–237.

- Tselentis G. A., Makropoulos K. S.* Rates of crustal deformation in the Gulf of Corinth (Central Greece) as determined from seismicity // *Tectonophysics*. 1986. Vol. 124. P. 55–66.
- Tutkun S. Z., Pavlides S. B.* The Troy fault // *Bul. Geol. Soc. Greece*. 2005. Vol. 37. P. 194–200.
- Valdiya K. S.* Neotectonic activities in the Himalayan belt // *Dehradun: Intern. Sympos. on Neotectonics in South Asia*, Feb. 18–21, 1986. P. 241–261.
- Ventris M., Chadwick J.* Documents in Mycenaean Greek. Cambridge, 1973.
- Volcanoes of the World. A Regional Directory, Gazetteer, and Chronology of Volcanism during the last 10,000 years.* Tom Simkin & Lee Siebert. Smithsonian Institution, Global Volcanism Program. Geoscience Press, INC. Tucson, Arizona, 1994. 349p.
- Vorontsov N. N., Lyapunova E. A.* Explosive chromosomal speciation in seismic active region // *Chromosomes today*. 1984. Vol. 8. P. 289–294.
- Wagner M.* Reise nach dem Ararat und dem Hochland Armenien // *Reisen und Landesbeschreibungen, Widermanna und Hauffa*. Stuttgart, 1848. Vol. 35. 230 p.
- Wallace R. E.* Notes on stream channels offset by the San Andreas fault, southern Coast Ranges, California // *Proc. of Conf. on Geol. Probl. of San Andreas Fault System*. Stanford Univ. Publ. Geol. Sci. Vol. 11. 1968. P. 6–20.
- Wallace R. E.* Profiles and ages of young scarps, North-Central Nevada // *Bul. Geol. Soc. Amer.* 1977. Vol. 88. P. 1267–1281.
- Warne A. J., Stanley D. J.* Archaeology to refine Holocene subsidence rates along the Nile Delta margin, Egypt // *On geosciences and archaeology in the Mediterranean countries*. Cairo: The Geol. Soc. of Egypt, 1995. P. 533–535.
- Wells D. L., Coppersmith K. H.* Empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture area, and surface displacement // *Bul. Seismol. Soc. Amer.* 1994. Vol. 84. P. 974–1002.
- Westaway R.* Kinematic consistency between the dead Sea Fault Zone and the Neogene and Quaternary left-lateral faulting in SE Turkey // *Tectonophysics*. 2004. Vol. 391, N 1–4, 203–237.
- Yeats R. S., Sieh K., Allen C. R.* The geology of earthquakes. N. Y., Oxford: Oxford Univ. Press, 1997. 568 p.
- Yilmaz Y.* 2003. Seismotectonics and geology of Troia and surrounding areas, Northwest Anatolia // *Troia and the Troad*. Heidelberg: Springer-Verlag, 2003. P. 55–75.
- Yilmaz V., Guner Y., Saroglu F.* Geology of the Quaternary volcanic centers of the East Anatolia // *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 1998. Vol. 85, N 1–4. P. 173–210.
- Zak J., Freund R.* Recent strike-slip movements along the Dead Sea rift // *Isr. J. Earth Sci.* 1965. Vol. 15. P. 33–37.
- Zeiner F. E.* Recent movements of the western fault of the Dead Sea rift // *Geol. Rdsch.* 1955. Bd. 43, N. 1. S. 2–3.
- Zeist van W., Woldring H.* A postglacial pollen diagram from Lake Van in East Anatolia // *Rev. Palaeobot. and Palynol.* 1978. Vol. 26. P. 249–276.
- Zhang Quingsong, Zhou Yaofei, Lu Xiangshun, Xu Qiuliu.* On the present speed of Tibetan Plateau // *INQUA: 13th Intern. Congr. Abstracts*. Beijing, 1991. P. 423.

Оглавление

Введение	5
----------	---

Глава 1

Активная тектоника и общественное развитие

1.1. Как изучать активные разломы?	15
1.2. Активные разломы Евразии	22
1.2.1. Общий обзор	22
1.2.2. Активные разломы Памиро-Гималайского региона и Центральной Азии	27
1.2.3. Активные разломы Аравийско-Кавказского региона	34
1.2.4. Активные разломы Эгейского региона	49
1.3. Активные разломы как источники землетрясений	53
1.3.1. Общий подход	53
1.3.2. Историческая сейсмичность	55
1.3.3. Археосейсмичность	59
1.3.4. Палеосейсмичность	72
1.3.5. Сейсмические очаги в зонах активных разломов	81
1.4. Активность разломов и землетрясения как причина оползней	85
1.5. Воздействия активной тектоники и сейсмичности на жизнь людей	90

Глава 2

Вулканизм, активная тектоника и общественное развитие

2.1. Исторические извержения вулканов Армянского нагорья	121
2.1.1. Сюникская структура	121
2.1.2. Поракская структура	134
2.1.3. Вулканические извержения зоны Ханарасарского разлома в истории становления армянского этноса	147
2.1.4. Арагат	159
2.1.5. Угрожает ли Армении современная вулканическая опасность?	165
2.2. Исторические извержения вулканов Южной Сирии (Содом и Гоморра?)	168
2.2.1. Неопределенность местонахождения Содома и Гоморры	168
2.2.2. Голоценовый вулканизм Юго-Западной Сирии	171
2.2.3. Вулканическая история лавового поля Кра	182
2.2.4. Легенда о гибели Содома и Гоморры в сопоставлении с извержением Кра	188
2.3. Великое Минойское извержение Санторина (гибель Атлантиды?)	192

2.3.1. Данные об извержении на Фере	192
2.3.2. Проявления Минойского извержения-землетрясения в Эгейском регионе	194
2.3.3. Проблемы датирования извержения	195
2.3.4. Великое Минойское извержение и Эгейский мир	204

Глава 3

Климат, активная тектоника и общественное развитие

3.1. «Неолитическая революция» и факторы возникновения древнейшего земледелия в Плодородном полумесяце	213
3.2. Активная тектоника Плодородного полумесяца как фактор возникновения земледелия	215
3.3. Геохимические аномалии и мутагенные изменения в зонах активных разломов	217
3.4. Климатические изменения в эпоху последнего оледенения и после него (конец плейстоцена — голоцен) и их проявления в Плодородном полумесяце	226
3.4.1. Восточная Европа	226
3.4.2. Равнинные области Казахстана и Средней Азии	229
3.4.3. Горы Центральной Азии и северо-запад Индостана	230
3.4.4. Кавказ и Иран	232
3.4.5. Восточное Присредиземноморье	236
3.5. Климат и становление земледелия в Плодородном полумесяце	242
3.5.1. Палестина, Ливан, Сирия	243
3.5.2. Южная Анатолия	247
3.5.3. Внешний Загрос	250
3.5.4. Северная Месопотамия	252
3.5.5. Раннеземледельческие культуры Ойкумены вне Плодородного полумесяца	254
3.6. Воздействия климатических и тектонических событий на дальнейшее развитие производящей экономики. Проблема Арала	262
3.6.1. Роль активной тектоники	262
3.6.2. Роль климатических изменений	268
3.6.3. Проблема Арала	271

Глава 4

Изменения уровня моря, активная тектоника и общественное развитие

4.1. Причины изменений уровня моря	277
4.2. Всемирный потоп и зарождение шумерской цивилизации	281
4.2.1. Шумерское происхождение библейской легенды	281
4.2.2. Становление шумерской цивилизации	284
4.2.3. Происхождение шумеров	286
4.2.4. Свидетельства потопов	287
4.2.5. Месопотамский потоп как геологическое событие	288
4.2.6. «Допотопная» история Ближнего Востока по древнейшим источникам	291

4.2.7. Другие «претенденты» на Всемирный потоп	294
4.3. Изменения уровня моря и история Трои	296
4.3.1. Эвстатические вариации уровня моря в заливе Скамандер	297
4.3.2. Осадконакопление в долине Скамандер	300
4.3.3. Проявления активной тектоники	302
4.3.4. Землетрясения в Трое	306
4.3.5. Природные события и история Трои	310
4.4. Фанагорийская регрессия Чёрного моря и греческая колонизация его побережий	311
4.4.1. История греческой колонизации Чёрного моря	311
4.4.2. Обоснования фанагорийской регрессии	314
4.4.3. Возраст фанагорийской регрессии	317
4.4.4. Локальные тектонические воздействия на изменение уровня Чёрного моря	318
4.4.5. Вариации амплитуд следов фанагорийской регрессии как отражение неотектонического развития Таманского региона	320
4.4.6. Природа фанагорийской регрессии	322

Глава 5

Ритмичность климатических и тектонических изменений как фактор общественного развития

5.1. Короткопериодные вариации	329
5.1.1. Современные колебания уровня Каспийского моря	329
5.1.2. Орбитально-астрономическая регуляция современных короткопериодных вариаций климата и тектонической активности	350
5.2. Среднепериодные вариации: цикличность в 1200–1800 лет	355
5.2.1. Связь исторических кризисов с климатическими и тектоническими событиями	355
5.2.2. Этапы происхождения славян и развития русской государственности в контексте тектоноклиматических ритмов среднего и позднего голоцена	368
5.2.3. Природа среднепериодных вариаций	375
5.3. Долгопериодные вариации в плейстоцене и временной предел астрономической регуляции ритмов	377

Глава 6

Человек и природа

6.1. Человек в окружающей среде	383
6.2. Проблемы устойчивого развития	390
6.2.1. Биосфера и устойчивое развитие	390
6.2.2. Геодинамика и устойчивое развитие	397
6.2.3. Геоэкологические проблемы и перспективы устойчивого развития России	399

Заключение	406
Литература	411

Contents

Introduction	5
<i>Chapter 1</i>	
<i>Active tectonics and development of the society</i>	
1.1. How to study active faults?	15
1.2. Active faults in Eurasia	22
1.2.1. General review	22
1.2.2. Active faults in the Pamir-Himalayan region and Central Asia	27
1.2.3. Active faults in the Arabian-Caucasus region	34
1.2.4. Active faults in the Aegean region	49
1.3. Active faults as sources of earthquakes	53
1.3.1. General approach	53
1.3.2. Historical seismicity	55
1.3.3. Archaeoseismicity	59
1.3.4. Paleoseismicity	72
1.3.5. Seismic sources in active fault zones	81
1.4. Active faults and earthquakes as sources of landslides	85
1.5. Influence of active tectonics and seismicity on the human life	90
<i>Chapter 2</i>	
<i>Volcanism, active tectonics and development of the society</i>	
2.1. Historical volcanic eruptions in the Armenian Highland	121
2.1.1. Syunik structure	121
2.1.1. Porak structure	134
2.1.3. Volcanic eruptions in the Khannarasar fault zone in history of generation of the Armenian ethnos	147
2.1.4. Ararat	159
2.1.5. Is there volcanic hazard in Armenia?	165
2.2. Historical volcanic eruptions in the south-western Syria (Sodom and Homorrah?)	168
2.2.1. Uncertainty of location of Sodom and Homorrah	168
2.2.2. Holocene volcanism in the south-western Syria	171
2.2.3. Volcanic history of the Kra lava field	182
2.2.4. Correlation between the legend about destruction of Sodom and Homorrah and the Kra eruption	188

2.3. The Great Minoan eruption of Santorini (Collapse of Atlantis?)	192
2.3.1. Data on the Thera eruption	192
2.3.2. Indications of the eruption and the preceding earthquake in the Aegean region	194
2.3.3. Eruption dating problems	195
2.3.4. The Great Minoan eruption and the Aegean World	204

Chapter 3

Climate, active tectonics and development of the society

3.1. «Neolithic revolution» and factors caused generation of the oldest agriculture in the Fertile Crescent	213
3.2. Active tectonics in the Fertile Crescent as factor caused generation of the agriculture	215
3.3. Geochemical anomalies and mutations in active fault zones	217
3.4. Climatic changes for the last glaciation and after it (the end of Pleistocene and the Holocene) and their manifestations in the Fertile Crescent	226
3.4.1. Eastern Europe	226
3.4.2. Plains in Kazakhstan and the Middle Asia	229
3.4.3. Mountains in Central Asia and the northwestern Indostan	230
3.4.4. The Caucasus and Iran	232
3.4.5. The Eastern Mediterranean Region	236
3.5. Climate and generation of agriculture in the Fertile Crescent	242
3.5.1. Palestine, Lebanon, and Syria	243
3.5.2. Southern Anatolia	247
3.5.3. The Inner Zagros	250
3.5.4. Northern Mesopotamia	252
3.5.5. Early agriculture in the Oykumena beyond the Fertile Crescent	254
3.6. Influence of climatic and tectonic events on the later development of agriculture. Problem of Aral	262
3.6.1. A role of active tectonics	262
3.6.2. A role of climatic changes	268
3.6.3. Problem of Aral	271

Chapter 4

Sea level changes, active tectonics and development of the society

4.1. Sources of sea level changes	277
4.2. «The World Deluge» and generation of the Sumerian civilization	281
4.2.1. Sumerian origin of the Bible legend	281
4.2.2. Generation of the Sumerian civilization	284
4.2.3. Origin of the Sumerians	286
4.2.4. Evidence of the Deluge	287
4.2.5. The Mesopotamian Deluge as the geological event	288
4.2.6. Pre-Deluge history of the Near East after the oldest sources	291
4.2.7. Other «pretenders» to «The World Deluge»	294
4.3. Sea level changes and history of Troy	296

4.3.1. Eustatic variations of the sea level in the Scamander Bay	297
4.3.2. Sedimentation in the Scamander Valley	300
4.3.3. Manifestations of active tectonics	302
4.3.4. Earthquakes in Troy	306
4.3.5. Natural events and the history of Troy	310
4.4. Phanagorian regression of the Black Sea and Greek colonization of its coasts	311
4.4.1. History of the Greek colonization of the Black Sea	311
4.4.2. Evidence of the Phanagorian regression	314
4.4.3. Age of the Phanagorian regression	317
4.4.4. Local tectonic influence on the Black Sea level changes	318
4.4.5. Variations of magnitudes of the Phanagorian regression in the Taman Peninsula region as influence of its neotectonic development	320
4.4.6. Origin of the Phanagorian regression	322

Chapter 5

Rhythms of tectonic and climatic changes as factors of development of the society

5.1. Short-period variations	329
5.1.1. Contemporary variations of the Caspian Sea level	329
5.1.2. Orbital-astronomic regulation of the Contemporary short-time variations of climate and tectonic activity	350
5.2. Middle-period variations: the 1200–1800-year cycles	355
5.2.1. Correlation between historical crises and climatic and tectonic events	355
5.2.2. Stages of the Slavdom generation and development of the Russian state in correlation with tectonic and climatic rythms in the Middle and Late Holocene	368
5.2.3. Origin of the Middle-period variations	375
5.3. Long-period variations in the Pleistocene and temporal limitation of the astronomic regulation of the rythms	377

Chapter 6

Human being and the nature

6.1. Human being in the environment	383
6.2. Problems of the sustainable development	390
6.2.1. Biosphere and the sustainable development	390
6.2.2. Geodynamics and the sustainable development	397
6.2.3. Environmental problems and perspectives of the sustainable development in Russia	399
Conclusions	406
Bibliography	411

Responsible Editor:

M. G. Leonov

Editorial Board:

M. G. Leonov (Editor-in-Chief), *M. A. Akhmetiev*, *Yu. O. Gavrilov* (Deputy Editor-in-Chief), *K. E. Degtyarev*, *Yu. V. Kariakin* (Executive Secretary), *Yu. G. Leonov*, *M. A. Semikhatov*, *S. D. Sokolov*, *A. V. Soloviev*, *M. D. Khutorskoy*

Reviewers:

D. V. Rundquist, *A. M. Gorodnitsky*

Trifonov V. G., Karakhanian A. S.

Dynamics of the Earth and Evolution of the Society / Transactions of the Geological Institute RAS; Vol. 585 / V. G. Trifonov, A. S. Karakhanian; Editor-in-Chief M. G. Leonov. — Moscow: OGI, 2008. — 436 p.: il. ISSN 0002-3272

ISBN 978-5-94282-528-7

Human society, its activity and evolution form complicated systems of interaction of not only social, political, economic and technological processes, but natural ones also. The latter are represented by climatic changes and tectonic phenomena that are manifested by recent activity of faults and other structural forms as well as earthquakes and volcanic eruptions. The systems of natural processes influenced into generation of the producing economy, development of societies and states. In order of complication of the natural systems, it is shown in the examples of the Alpine-Himalayan orogenic belt region from Greece and the Black Sea up to India and Central Asia as well as the European Russia.

For wide range of readers and particularly geologists, geophysics and historians.

Published at financial support of the Russian Foundation for Basic Researches, grant 08-05-07044.

НОВЫЕ КНИГИ ОГИ

М. В. Ахметова

КОНЕЦ СВЕТА В ОДНОЙ ОТДЕЛЬНО ВЗЯТОЙ СТРАНЕ

*Религиозные сообщества постсоветской России
и их эсхатологический миф*

В книге рассматриваются представления о конце света, распространенные в России на рубеже XX и XXI вв. среди православных верующих и последователей трех новых религиозных движений (Богородичный Центр, Белое Братство и Церковь Последнего Завета). На примере религиозных сообществ автор показывает, как с помощью обращения к эсхатологическому мифу происходит переживание ситуации идеологического и политического кризиса, сопутствующего распаду советской системы и становлению нового общественно-политического строя, и адаптация к новой ситуации.

Марина Костюхина

ЗОЛОТОЕ ЗЕРКАЛО

Русская литература для детей XVIII–XIX веков

Книга посвящена русской детской литературе XVIII – первой половины XIX в. Автор исследует жанровую систему детской литературы, типологию ее героев. Важную часть книги представляют образцы произведений детских писателей той поры; издание сопровождается уникальным иллюстративным материалом. Книга будет интересна филологам, историкам, педагогам, культурологам, всем тем, кто интересуется детской книгой и историей детства в России.

НОВЫЕ КНИГИ ОГИ

О. Н. Кен

МОБИЛИЗАЦИОННОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ И ПОЛИТИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Конец 1920-х — середина 1930-х гг.

В исследовании петербургского историка мобилизационное планирование рассматривается как важный аспект подготовки СССР к большой войне и средство консолидации власти. Направленность, институциональные основы и динамика мобилизационных планов представлены во взаимосвязи с общей трансформацией внутренней и внешней политики, социальных и экономических противоречий конца 1920-х — середины 1930-х гг. Изложение основано на архивных материалах и современных исследованиях.

Для историков, политологов, социологов, экономистов и всех, кто интересуется советской историей, международными отношениями и военной политикой.

М. И. Лекомцева

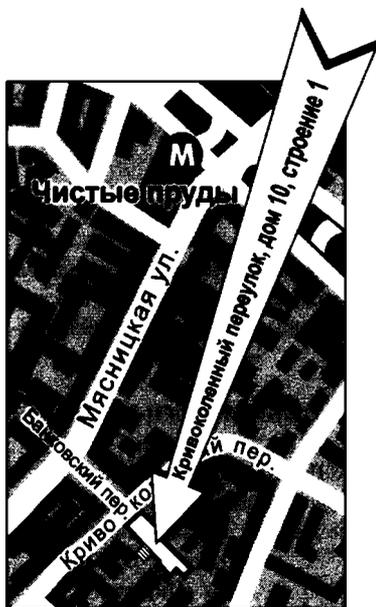
УСТРОЕНИЕ ЯЗЫКА

Сборник трудов

Книга выдающегося слависта и семиотика М. И. Лекомцевой посвящена широкому кругу лингвистических и семиотических проблем: от балтийского субстрата русского аканья до правил гадания на картах и латышских заговоров, от типологии метрических систем до риторической структуры «Похвального слова Кириллу Философу» Климента Охридского, стихотворений Хлебникова, Целана, Вацетиса и прозы Филонова, от варьирования церебральных согласных в санскрите до смысловой стороны изобразительного искусства аборигенов Австралии, от принципов метрического перевода до фонологических аспектов речи афатиков, от количественной типологии языков до семиотической структуры мультипликационного фильма.

Кафе — книжный магазин

bilingua



Большой книжный магазин с ассортиментом более 10 000 наименований, среди которых и раритетные издания, и новинки российских/европейских издательств.

Концерты, вечера, лекции, литературные презентации, детские воскресные утренники.

100100, Москва, Кривоколенный переулок, дом 10, строение 5.

Книжный магазин: (495) 923 6683

Кафе: (495) 923 9660

Научное издание

ТРИФОНОВ Владимир Георгиевич
КАРАХАНИЯН Аркадий Степанович

ДИНАМИКА ЗЕМЛИ И РАЗВИТИЕ ОБЩЕСТВА

Труды Геологического института РАН

Вып. 585

Выпускающий редактор *И. М. Ерофеева*
Ответственный редактор *О. Старикова*
Компьютерная верстка: *С. Валишин*



Объединенное гуманитарное издательство
101000, Москва, Кривоколенный пер, д. 10, стр. 6а
Факс: (495) 624-5761; тел.: (495) 744-3170;
e-mail: info@ogi.ru

Книги издательства ОГИ можно приобрести:
Москва,

м. «Чистые Пруды», Кривоколенный пер., д. 10, стр. 5,
кафе «Билингва», тел.: (495) 623-6683;

м. «Чистые Пруды», Потаповский пер., д. 8/12, стр. 2,
клуб «Проект О.Г.И.»;
кафе «Пирог»:

м. «Площадь Революции»/«Лубянка», ул. Никольская, д. 19/21,
м. «Перово», Зеленый просп., д. 5/12;
м. «Китай-город», Новая площадь, д. 14,
кафе «Нейтральная территория», тел. (495) 621-2737.

Оптовые продажи: тел. (495) 744-3171, e-mail: info@ogi.ru

За пределами России наши книги можно купить: www.esterum.com

Подписано в печать 28.10.2008. Гарнитура Петербург.

Формат 60×90^{1/16}. Объем 27,5 печ. л.

Бумага офсетная. Печать офсетная. Тираж 3000 экз.

Заказ № 7312

Отпечатано с готовых файлов заказчика в ОАО «ИПК
«Ульяновский Дом печати». 432980, г. Ульяновск, ул. Гончарова, 14

Мне неизвестна другая отечественная или зарубежная работа, в которой систематически были бы сопоставлены природные события и важные моменты человеческой истории и были бы оценены воздействия природных процессов на историческое развитие. Авторы сделали это впервые.

Евгений Артюшков, член-корр. РАН

Книга «Динамика Земли и развитие общества» не только является крупным научным достижением, но найдёт применение при составлении долговременных программ культурного, социального и экономического развития общества, планирования строительства и землепользования.

Дмитрий Рундквист, академик РАН

Среди научной общественности бытуют два мифа. Согласно первому, саморазвитие Земли является единственным фактором эволюции общества, а по второму, все крупные достижения человечества связаны с влиянием космических пришельцев или волеизъявлением высших сил. Авторы подрывают первый миф, доказывая связь ритмичности природных событий с космическими факторами и допуская существование более высокоорганизованных систем. Однако, вопреки второму мифу, они показывают, что кризисы, возникавшие при неблагоприятных природных условиях, активизировали общество, побуждая к новым достижениям.

Александр Городницкий,
геофизик и поэт

ISBN 978-5-94282-528-7



9 785942 825287