

Ю. Б. ГЛАДЕНКОВ

Морской
верхний
кайнозой
северных
районов



ИЗДАТЕЛЬСТВО • НАУКА •

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Ю. Б. ГЛАДЕНКОВ

МОРСКОЙ
ВЕРХНИЙ КАЙНОЗОЙ
СЕВЕРНЫХ РАЙОНОВ

Труды, вып. 313



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
МОСКВА
1978

Academy of Sciences of the USSR
Order of the Red Banner of Labour Geological Institute

Yu. B. Gladenkov

MARINE UPPER CENOZOIC OF THE NORTHERN REGIONS

Transactions, vol. 313

Морской верхний кайнозой северных районов. Ю. Б. Гладенков. Труды ГИН АН СССР, вып. 313. М., "Наука", 1978 г.

Работа посвящена стратиграфии неоген-эоцено-эоцено бореальных и арктических районов. Приводятся новые данные по обоснованию возраста слабо освещенных в литературе разрезов Северной Атлантики (Исландия, Англия), Арктики и северной части Тихого океана (Камчатка, Сахалин). На основе биостратиграфических, палеогеографических и палеомагнитных данных внесены существенные коррективы в региональные стратиграфические схемы, намечена их корреляция с общей шкалой и между собой. Впервые проведено сравнение древних комплексов молдосков Атлантики и Тихого океана, выявлены их сходство и различие. Одновременно показано их большое значение для расчленения шельфовых толщ открытых океанических бассейнов.

В работе значительное место уделено разбору методических вопросов (принципам стратиграфической классификации, роли различных методик и пр.). Подчеркнуто важное значение горизонтов в разработке региональных схем, освещены особенности палеогеографии позднего кайнозоя (палеоклимат, физические барьеры, миграции древних комплексов).

Работа представляет большой интерес для всех геологов и в первую очередь для специалистов, изучающих вопросы стратиграфии кайнозоя.

Табл. 36. Ил. 39. Библ. 457 назв.

Редакционная коллегия:

академик *А. В. Пейве* (главный редактор),
В. Г. Гербова, В. А. Крашенинников, П. П. Тимофеев

Ответственный редактор

академик *В. В. Меннер*

Editorial board:

Academician *A. V. Peive* (Editor-in-chief),
V. G. Gerbova, V. A. Krashennnikov, P. P. Timofeev

Responsible editor

Academician *V. V. Menner*

ВВЕДЕНИЕ

Не будет преувеличением сказать, что крупнейшим достижением геологии последних десятилетий, наряду с изучением лунных пород и разработкой стратиграфии верхнего докембрия, является установление планетарных зональных подразделений в большинстве систем фанерозоя (Меннер и др., 1972). Сейчас еще ведутся споры о числе зон в том или ином ярусе, о критериях их рационального выделения, но, видимо, можно считать установленным фактом наличие единой последовательности зон во всей тепловодной области Земного шара. Этим по существу решается проблема о принципах выделения стратиграфических подразделений 5-го порядка — проблема, которая в стратиграфии долгие годы оставалась наиболее дискуссионной.

Однако принципиальное решение этой проблемы еще не означает, что все связанные с ней стратиграфические вопросы уже ясны. В частности, как и прежде, важнейшим в стратиграфии остается вопрос о пространственной значимости мелких стратиграфических подразделений. По существу речь идет о том, насколько уверенно геологическая практика может использовать ярусные и зональные шкалы по всей поверхности нашей планеты и каким образом можно коррелировать древние толщи, сформировавшиеся в разных тектонических зонах и палеогеографических областях.

В настоящей работе делается попытка рассмотреть эти проблемы на примере морских (в основном шельфовых) верхнекайнозойских отложений арктических и бореальных областей, т.е. толщ, расчленение которых всегда вызывало большие трудности. Как известно, третичные и, в частности, морские верхнекайнозойские отложения пользуются в этих районах чрезвычайно широким распространением. С одной стороны, они известны по берегам Северной Атлантики (Англия, Исландия, Дания, Бельгия, Нидерланды, ФРГ и ГДР), где ими слагается значительная часть разреза, с другой — они исключительно широко распространены по периферии северной части Тихого океана (Корякское нагорье, Камчатка, Сахалин, Япония, Аляска, запад Канады и США), где к ним относятся мощнейшие геосинклинальные толщи, доминирующие в этих районах.

За последние десятилетия в изучении их стратиграфии были достигнуты определенные успехи: в частности, были уточнены стратиграфические схемы Северной Атлантики и по существу впервые созданы схемы для северной части Тихого океана. Однако и сейчас многие вопросы остаются решенными здесь не до конца. Дальнейшая их разработка наталкивается на значительные трудности из-за недостаточного освещения особенностей распространения во времени различных групп фаун и флор. В частности, это относится к моллюскам, которые преимущественно использовались при расчленении кайнозойских толщ, но которые в отношении особенностей эволюции остаются недостаточно изученными. Далеко еще не разработаны вопросы сопоставления отложений разных биогеографических провинций и областей, а также проблема корреляции разнофациальных осадков.

Кроме того, до последнего времени отсутствовали надежные коррелятивы для сопоставлений глобального масштаба и геологические материалы, которые путем использования других методик (прежде всего физических методов) позво-

лили бы проверять стратиграфические построения, основанные на палеонтологическом методе.

Поэтому не кажется случайным, что даже местные стратиграфические схемы отличались известной условностью и во многих областях практически отсутствовали достоверные унифицированные схемы провинциального масштаба. Что же касается более широких корреляций, то они оставались и остаются сейчас во многом условными, и в связи с этим возрастные датировки древних толщ многих районов выглядят субопривизорными.

Между тем достоверная и детальная стратификация кайнозоя названных выше районов приобретает сейчас исключительно важное значение для решения ряда теоретических вопросов геологии (в частности, вопроса о корреляции геологических процессов, проявлявшихся на поверхности нашей планеты), а также и чисто практических задач, связанных в первую очередь с развертыванием здесь поисковых и прежде всего нефтепоисковых работ.

Целью настоящей работы является обоснование стратиграфического расчленения верхнекайнозойских морских отложений бореальных и связанных с ними арктических районов и разбор методов, которые для этого могут быть использованы. В ее основу легли исследования, проведенные автором по изучению верхнекайнозойских (неогеновых и эоплейстоценовых)¹ отложений и остатков моллюсков северной части Тихого океана (Камчатка, Корьякское нагорье, Сахалин) — в 1957–1969 гг., а также Северной Атлантики (Исландия, Англия) — в 1970–1975 гг., когда он принимал участие в исследованиях Геологической экспедиции АН СССР в Исландии.

Изучение стратиграфических материалов по Северной Атлантике и северу Тихого океана и привлечение соответствующих данных по Арктике поставили перед автором задачу провести общий сравнительный анализ верхнекайнозойских комплексов арктических и бореальных районов Земли, с рассмотрением вопросов корреляции развитых здесь верхнекайнозойских толщ и расшифровки ряда палеогеографических проблем, которые и в настоящее время остаются слабо освещенными.

Изложение данных по разным областям проводится по сходному плану, однако специфика геологических материалов по этим областям и своеобразие стратиграфических задач для отдельных районов вынуждают в ряде случаев отклоняться от этого плана и акцентировать внимание в одних случаях на описании и анализе малоизвестных в литературе разрезов (Северная Атлантика), в других — на освещении методических вопросов — принципах стратиграфической классификации, выделении горизонтов и их увязке с общей шкалой или анализе ошибок в имевших место корреляциях. Если сведения о новых стратиграфических данных по периферии Тихого океана в отечественной литературе достаточно представительны, то материалы по Северной Атлантике в ней освещены слабо. Вот почему разбору стратиграфических материалов по Северной Атлантике ниже уделено особое место.

Внимание автора было сосредоточено на изучении моллюсков и их стратиграфическом распространении. Моллюски являются одной из самых доминирующих групп кайнозоя (по Г. Торсону, это *index-fossils* нашего времени). Автором было осуществлено монографическое описание рода *Yoldia* Восточной Камчатки, а также проведен анализ стратиграфического положения иолдиевых и других комплексов в северотихоокеанской области (Гладенков, 1972б). Для обоснования стратиграфических выводов по Северной Атлантике сделан детальный анализ послонного распространения верхнекайнозойских моллюсков Исландии, который до сего времени в советской литературе отсутствовал.

Изучение древних комплексов облегчили присланные палеонтологические коллекции и литературные материалы из Англии (П. Нортон), Нидерландов

¹ К эоплейстоцену относятся толщи, сформировавшиеся в интервале от 1,8 до 0,7 млн. лет назад (Шанцер и др., 1973).

(Г. Спайнк), ФРГ (Ф. Штраух), Японии (С. Канно), США (У. Аддикот), а также знакомство с коллекциями во ВНИГРИ, Камчатском и Сахалинском геологических управлениях, музеях Англии и Исландии. Автор выражает искреннюю благодарность зарубежным и советским коллегам за их содействие в изучении этих материалов.

Работа выполнена в лаборатории стратиграфии фанерозоя Геологического института АН СССР, руководимой академиком В.В. Меннером, которому автор искренне признателен за повседневную помощь. Автор благодарит за полезные советы Б.М. Келлера, В.А. Крашенинникова, О.М. Петрова и В.Н. Синельникову. Автор признателен также всем товарищам по работам на Дальнем Востоке и в Исландии, с которыми ему в последние годы приходилось обсуждать многие вопросы стратиграфии, — М.А. Ахметьеву, В.И. Волобуевой, В.М. Гладиковой, В.И. Голякову, А.Д. Девятиловой, Л.С. Жидковой, И.Г. Прониной, В.О. Савицкому. С чувством признательности за постоянные консультации автор обращается к А.Н. Голякову, А.П. Ильиной, Л.В. Криштофович и О.А. Скарлато и благодарит всех геологов, передавших для изучения свои коллекции.

Основная часть данной работы была написана к 1975 г. Поэтому геологические материалы, появившиеся позднее, разбора в ней не получили. Однако на наиболее важные исследования последних лет автор сделал соответствующие ссылки.

Палеоген	Мноцен				Плюцен		Эоплейстоцен	Возраст
	Утлопоксковинентский	Кудуенско-ильдинский (Камчатский)	Казертский	Этопский	Эрмановский	Энептецкий			Усть-Ильдинско-валдайский (Беринговский)	Туситувинский
								<i>Yoldia watasei</i>
								<i>Y. nitida</i>
								<i>Y. longissima</i>
								<i>Modiolus solea</i>
								<i>Papyridea harrimani</i>
								<i>Laternula besaheensis</i>
								<i>Macoma simizuensis</i>
								<i>M. sejugata</i>
								<i>Trominira japonica</i>
								<i>Ancistrolepis ezoana</i>
								<i>Cardium puchlense</i>
								<i>Cardita striata</i>
								<i>Malletia korniana</i>
								<i>Nemocardium iwakiensis</i>
								<i>Yoldia pennulata</i>
								<i>Yoldia posneri</i>
								<i>Y. uranoi</i>
								<i>Y. tokunagai</i>
								<i>Malletia inermis</i>
								<i>Delectopecten pedroanus</i>
								<i>Solemya tokunagai</i>
								<i>Nuculana crassatelloides</i>
								<i>Mytilus ochotensis</i>
								<i>Acila elongata</i>
								<i>Yoldia orientalis</i>
								<i>Pecten sp. nov.</i>
								<i>Yoldia nabiliana</i>
								<i>Y. chojensis</i>
								<i>Y. vengeriana</i>
								<i>Modiolus wajampolkensis</i>
								<i>Thyasira ochotica</i>
								<i>Phacoides sp. nov.</i>
								<i>Glycymeris chitanii</i>
								<i>Phaladomya majanotschensis</i>
								<i>Venericardia kevatschiveemensis</i>
								<i>Mya karaginskensis</i>
								<i>Mytilus tichanovichi</i>
								<i>Thracia kavranensis</i>
								<i>Papyridea kipinensis</i>
								<i>Laternula sachalinensis</i>
								<i>Yoldia epilongissima</i>
								<i>Y. scapha</i>
								<i>Mizuhopecten kavranensis</i>
								<i>Kotorapecten subrefugionensis</i>
								<i>Phacoides shinokii</i>
								<i>Crenella porterensis</i>
								<i>Mulina ikuzaensis</i>
								<i>Macrocallista kavranensis</i>
								<i>Pitar kavranensis</i>
								<i>Y. thraciaeformis</i>
								<i>Securella panzana</i>
								<i>Macoma optiva</i>
								<i>Mytiloconcha trampasensis</i>
								<i>Turritella gretschischkini</i>
								<i>Neptunea pluricostulata</i>
								<i>Mya cuneiformis</i>
								<i>Chlamys cosibensis cosibensis</i>
								<i>Yoldia kuluntunensis</i>
								<i>Dosinia ausiensis</i>
								<i>Venericardia kamtschatica</i>
								<i>Securella ensifera chehalisensis</i>
								<i>Mytiloconcha kewi</i>
								<i>Anadara kamtschatica</i>
								<i>Glycymeris aff. essoensis</i>
								<i>Venericardia kavranensis</i>
								<i>Crepidula grandis</i>
								<i>Acmaea kamtschatica</i>
								<i>Nanaochlamys anapleus</i>
								<i>Acila marujamensis</i>
								<i>Yoldia ermaniensis</i>
								<i>Septifer margaritanus</i>
								<i>Mytiloconcha coalingensis</i>
								<i>M. kewi</i>
								<i>Acila blancoensis</i>
								<i>Glycymeris coalingensis</i>
								<i>Anadara obispoana</i>
								<i>Protothaca staley</i>
								<i>Mulinia densata</i>
								<i>Turritella fortilirata habe</i>
								<i>Pandora pulchella</i>
								<i>Fortipecten takahashii</i>
								<i>Fortipecten kenyoshiensis</i>
								<i>Chlamys piltukensis</i>
								<i>Anadara trilineata trilineata</i>
								<i>Protothaca staminea</i>
								<i>Securella securis</i>
								<i>Chlamys cosibensis heteroglypta</i>
								<i>Yoldia supraoregona</i>
								<i>Swiftpecten swifti kindlei</i>
								<i>Astarte diversa</i>
								<i>A. actis</i>
								<i>Chlamys karaginskensis</i>
								<i>Clinocardium burchardi</i>
								<i>A. nortonensis</i>
								<i>Yoldia hyperborea</i>
								<i>Astarte alaskensis</i>
								<i>Astarte borealis</i>
								<i>Astarte montagui</i>
								<i>Clinocardium comoxense</i>
								<i>Astarte kamtschatica</i>
								<i>Cyrtodaria kamtschatica</i>
								<i>Venericardia crebricostata</i>

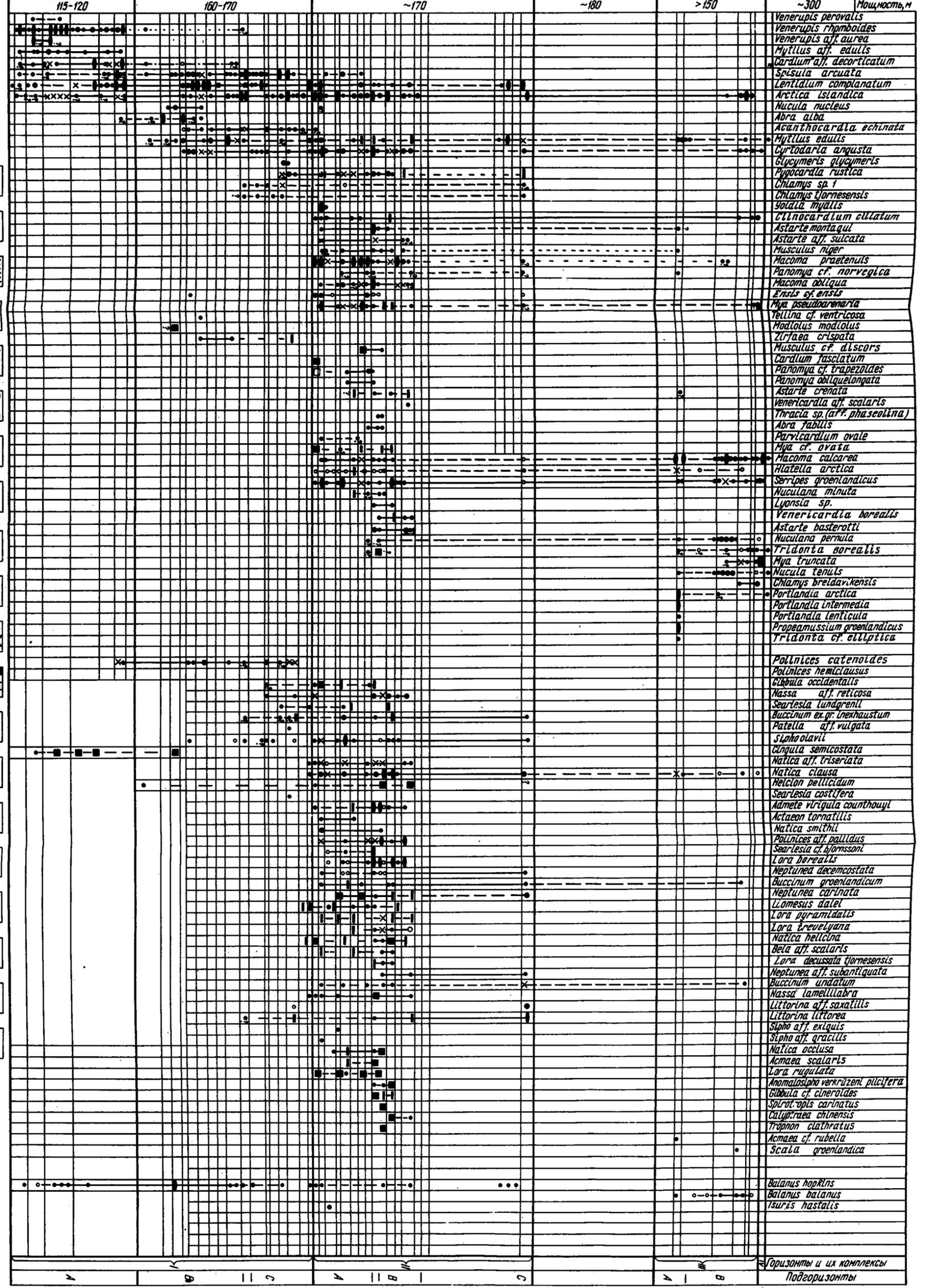
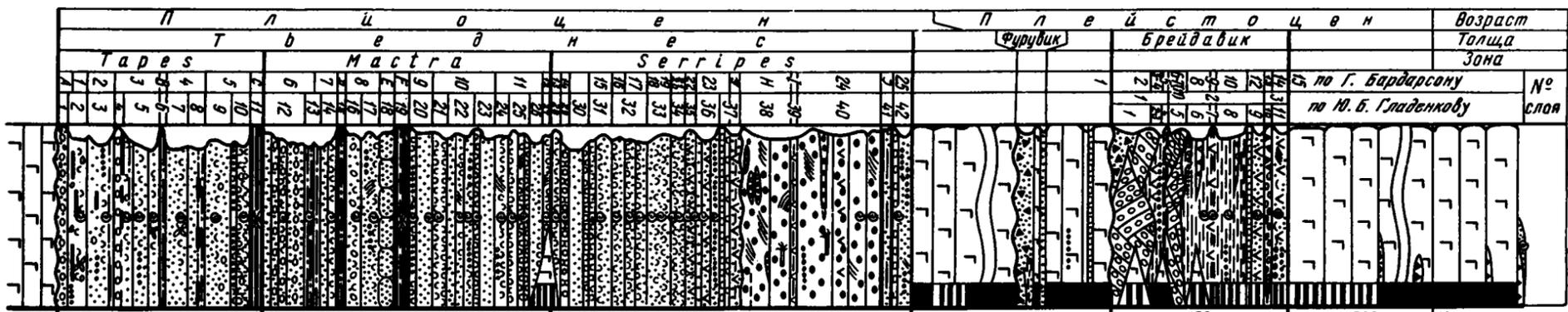


Рис. 12. Распределение комплексов моллюсков в палео-палеогено-вых толщах Северной Исландии (полуостров Тейдес)

1 — углек.; 2 — аммониты и аргиллиты; 3 — песчаники; 4 — конгломераты и гравелисты; 5 — конкреции; 6 — базальты; 7 — туфы основного состава; 8 — иллиты; 9 — кося сланцы; 10 — ракушечники; 11 — осадки фауны и флоры; 12 — палеомангитные зоны; + — пологая зона, — отступительная; 13-16 — количество остатков раковин моллюсков, экз.: 13 — более 25, 14 — 10-25, 15 — 5-10, 16 — 1-5; 17 — данные Голкина и Мак-Нейла; 18 — данные Нортона и Спейкера; 19 — данные Бардсона; 20 — данные Штрауха

- Venerupis perovalis*
- Venerupis rhomboides*
- Venerupis aff. aurea*
- Mytilus aff. edulis*
- Cardium aff. decorticatum*
- Spisula arcuata*
- Lentidium complanatum*
- Arctica islandica*
- Nucula nucleus*
- Abra alba*
- Acanthocardia echinata*
- Mytilus edulis*
- Cyrtodaria angusta*
- Glycymeris glycymeris*
- Pigocardia rustica*
- Chlamys sp. 1*
- Chlamys tjornesensis*
- Yoldia myalis*
- Clinocardium ellipticum*
- Astarte montagui*
- Astarte aff. sulcata*
- Musculus niger*
- Macoma praetensis*
- Panomya cf. norvegica*
- Macoma obliqua*
- Ensis cf. ensis*
- Mya pseudomurex*
- Yellina cf. ventricosa*
- Modiolus modiolus*
- Zirfaea crispata*
- Musculus cf. discors*
- Cardium fasciatum*
- Panomya cf. trapezoides*
- Panomya obliquelongata*
- Astarte crenata*
- Venericardia aff. scalaris*
- Thracia sp. (aff. phaseolina)*
- Abra fabulis*
- Parvicardium ovale*
- Mya cf. ovata*
- Macoma calcarea*
- Hiatella arctica*
- Serripes groenlandicus*
- Nuculana minuta*
- Lyonsia sp.*
- Venericardia borealis*
- Astarte basterotti*
- Nuculana pernula*
- Tridonta borealis*
- Mya truncata*
- Nucula tenuis*
- Chlamys breidavikensis*
- Portlandia arctica*
- Portlandia intermedia*
- Portlandia lenticula*
- Propeamussium groenlandicum*
- Tridonta cf. elliptica*
- Polinices catenoides*
- Polinices hemi-clausus*
- Cibicula occidentalis*
- Nassa aff. reticosa*
- Searlesia lundgrenii*
- Buccinum ex gr. in exhaustum*
- Patella aff. vulgata*
- Sipho olavii*
- Cingula semicostata*
- Natica aff. triseriata*
- Natica clausa*
- Helcion pellucidum*
- Searlesia costifera*
- Admete virgula counthouyi*
- Actaeon tornatilis*
- Natica smithii*
- Polinices aff. pallidus*
- Searlesia cf. blomssoni*
- Lora borealis*
- Neptunea decemcostata*
- Buccinum groenlandicum*
- Neptunea carinata*
- Lomesus dalei*
- Lora pyramidalis*
- Lora brevellyana*
- Natica helicina*
- Bela aff. scalaris*
- Lora decussata tjornesensis*
- Neptunea aff. subantiquata*
- Buccinum undatum*
- Nassa lamellilabra*
- Littorina aff. saxatilis*
- Littorina littorea*
- Sipho aff. exiguus*
- Sipho aff. gracilis*
- Natica occlusa*
- Acmaea scalaris*
- Lora rugulata*
- Anomalosipho verkrüzenii pilcifer*
- Gibbula cf. cineroides*
- Sporopis carinatus*
- Calyptraea chinensis*
- Trapanon clathratum*
- Acmaea cf. rubella*
- Scalia groenlandica*
- Balanus hopkinsi*
- Balanus balanoides*
- Isurus hastalis*

Горизонты и их комплексы
Подгоризонты

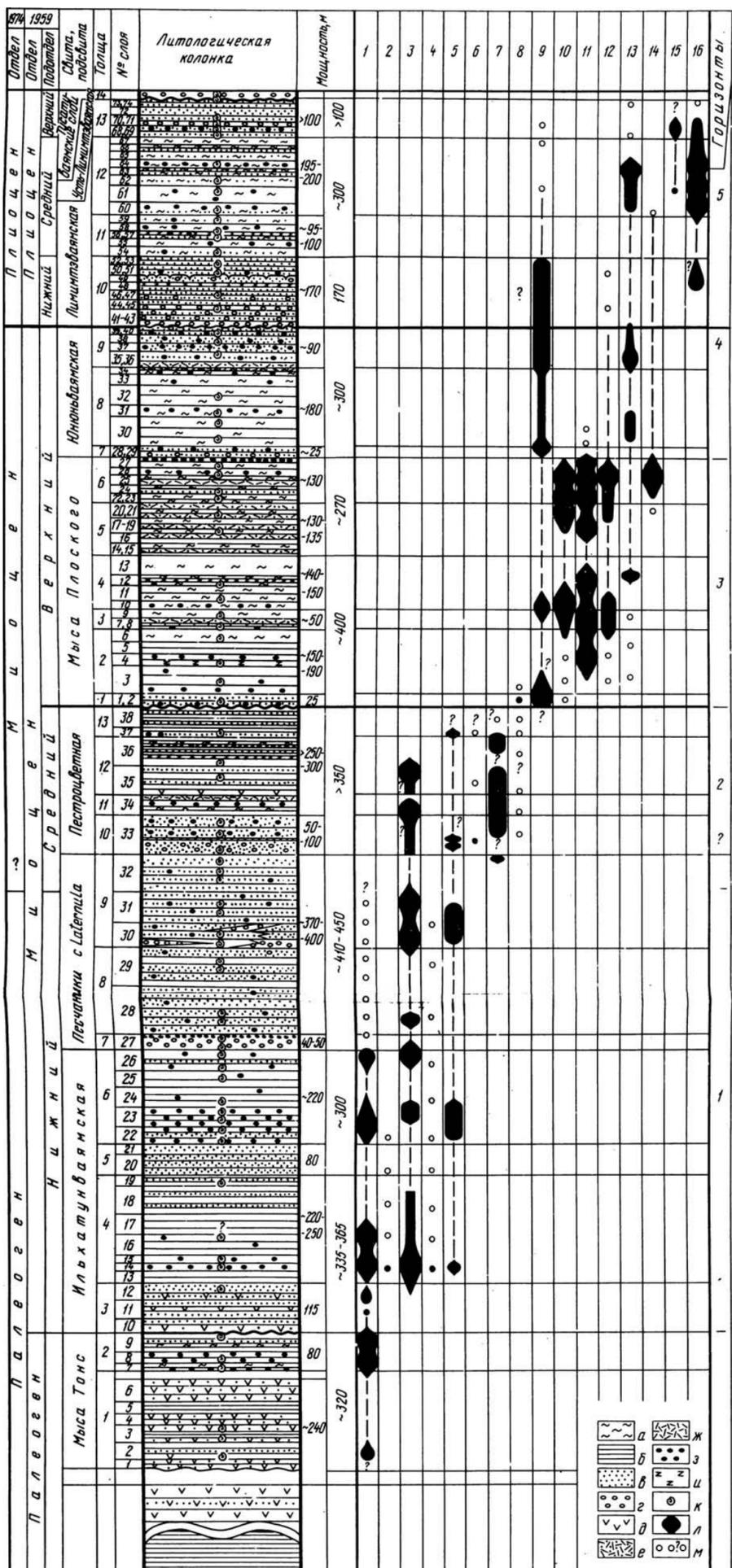


Рис. 19. Стратиграфический разрез неогеновых отложений о-ва Карагинского и распространение в нем Yoldia
 1 - Yoldia watasei; 2 - Y. ex gr. nauroensis; 3 - Y. longissima; 4 - "Y." multidentata; 5 - Y. nitida; 6 - Y. ex gr. orientalis; 7 - Y. ex gr. chojensis; 8 - Y. nabiliana; 9 - Y. kuluntunensis; 10 - Y. epimultidentata; 11 - Y. scapha; 12 - Y. epilongissima; 13 - Y. thraciaeformis; 14 - Y. karaginskiensis; 15 - Y. ex gr. supraoregona; 16 - Y. hyperborea; а - туфодиамиты; б - туфогравилиты и алевролиты; в - песчаники и туфопесчаники; г - гравелиты и конгломераты; д - песчистые и псаммитовые туфы основного состава; е - пемзовые туфы; ж - витрокластические туфы среднего состава; з - карбонатные конкреции; и - гнейзопши; к - остатки ископаемых моллюсков; л - присутствие Yoldia в разрезе (толщина отражает количественное содержание); м - предполагаемое присутствие Yoldia

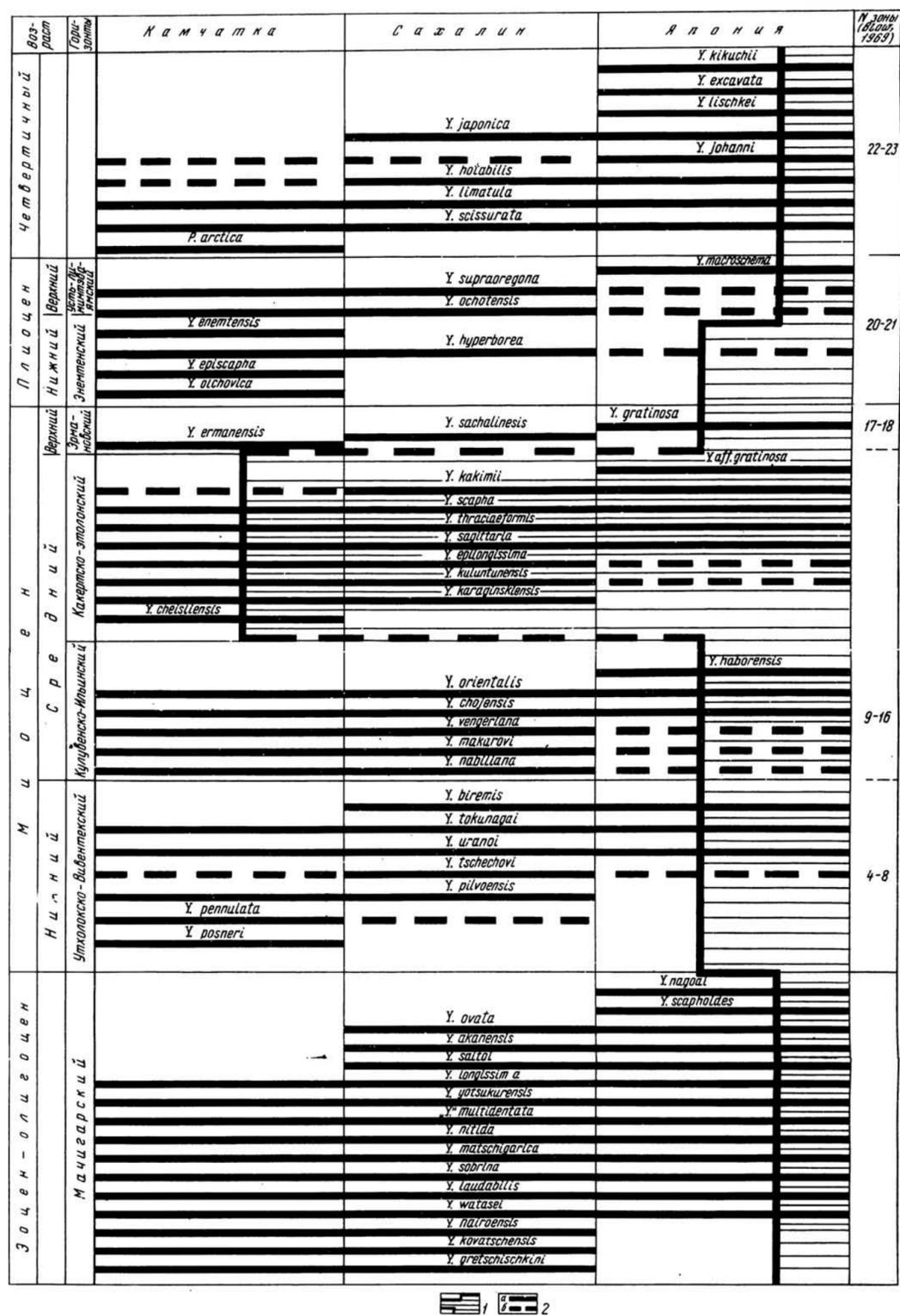


Рис. 22. Провинциальные горизонты (по Yoldia) северной части Тихого океана
 1 - планктонные комплексы; 2 - распространение видов: а - установленное, б - предполагаемое

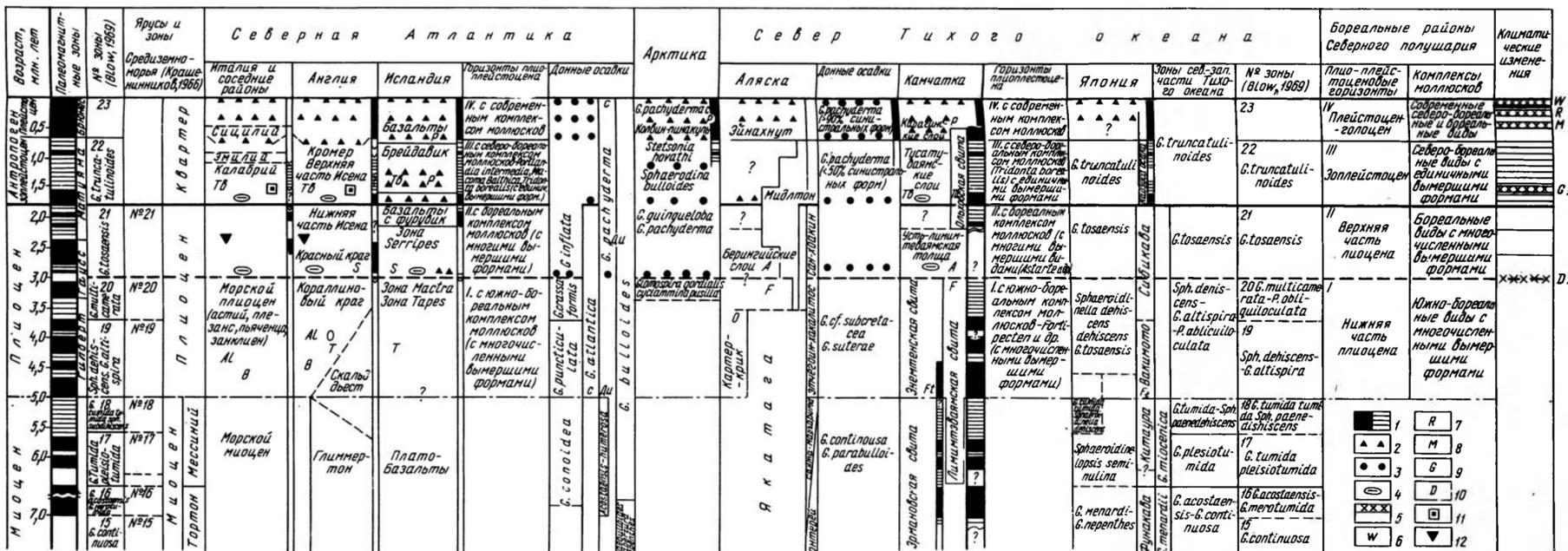


Рис. 31. Корреляция плиоцен-плейстоцена boreальных и арктических районов
 1 - палеомагнитные зоны - прямой и обратной намагниченности; 2 - ледниковые образования; 3 - галька ледового разноса; 4 - следы похолоданий; 5 - изменение интенсивности похолодания и наиболее интенсивные ледниковые моменты; 6 - вюрм; 7 - рисс; 8 - миндель; 9 - гюнц; 10 - дунай; 11 - верхневиллафранкский комплекс; 12 - средневиллафранкский комплекс AL - комплекс с Alieatina excentrica; O - теплолюбивый комплекс фораминифер; T - Tridonta borealis; A - вымершие Astarte; F - Fortipecten hallae; T - Tapes rhomboides; S - Serripes groenlandicus; P - Portlandia; Ft - Fortipecten takahashii; B - Braarudospaera bigelowi; C - синистральные формы; ДИ - декстральные формы

СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ СТРАТИГРАФИИ КАЙНОЗОЯ

Сейчас, когда широко ведутся детальные геологические работы, роль стратиграфии чрезвычайно велика прежде всего в чисто практическом отношении. С одной стороны, на ее основе осуществляется геологическая съемка и составляются геологические карты. С другой — очень часто стратиграфические материалы непосредственно используются для поисков полезных ископаемых (в первую очередь нефти и газа).

Вместе с тем, как и раньше, стратиграфические данные являются той базой, на которой строятся выводы о геологической истории регионов, возводятся тектонические построения, ведутся исследования геологических формаций, делаются палеогеографические реконструкции и т.д.

В настоящее время, когда любое геологическое явление оценивается не только в связи с его сущностью, но и с точки зрения его привязки к шкале геологического времени, материалам по стратиграфии придается первостепенное значение. Практически от их разработки зависит решение ряда кардинальных геологических проблем. К ним относится, например, чрезвычайно важная по своему геологическому содержанию проблема синхронности геологических процессов и явлений на Земле (фаз складчатости, эпох прогибания и т.д.), которая привлекала внимание геологов многих поколений, но которая тем не менее по сей день окончательно не решена. Сейчас уже не приходится доказывать, что расшифровка исторического содержания любого геологического явления без стратиграфической базы немыслима. И не случайно мериллом степени "серьезности" тектонических или литологических исследований, в которых присутствуют элементы геологического развития, является качество их стратиграфической основы.

Значение стратиграфии в геологии сейчас подчеркивается тем большим вниманием, которое ей уделяется международными геологическими организациями. В настоящее время работают многочисленные стратиграфические комиссии, начинается осуществляться международная программа по корреляциям по линии ЮНЕСКО и МСГН, на международных геологических конгрессах стратиграфии отводится видное место; достаточно сказать, что на одном из последних — канадском МГК палеонтолого-стратиграфические доклады составляли около пятой части их общего числа (Вахрамеев, 1974).

Если говорить о кайнозойской стратиграфии бореальных и арктических районов, то и она сейчас достигла заметных успехов. С третичными толщами, широко распространенными, в частности, в пределах советского Дальнего Востока, геологическая практика связывает большие надежды, ибо с ними ассоциируются многие полезные ископаемые; в настоящее время большой размах приобрели работы по изучению кайнозойских толщ и в Северной Атлантике, где в шельфовых зонах обнаружены нефтяные месторождения. С другой стороны, с исследованием кайнозоя связан определенный теоретический аспект стратиграфии. Привлечение разных групп фауны и разных методов (палеонтологической, палеогеографической, физической) дает интересный материал, который позволяет в новом свете представить себе решение проблемы региональных и планетарных корреляций. Как ни парадоксально, именно на примере кайнозойских толщ, сопоставление которых до последнего времени встречало в фанерозое, пожалуй, наибольшие труд-

ности (наряду с пермской системой), удастся наглядно показать возможность глобальных корреляций — через использование "орто"- и "парастратиграфических" групп, комплексные палеонтологические и палеогеографические исследования и т.д. Одновременно изучение третичных толщ в тектонически разных районах Земного шара по-новому освещает историю развития различных бассейнов и тектонических структур. Так, на Дальнем Востоке вскрываются многие особенности накопления древних осадков в геосинклинальных бассейнах — в области перехода от океана к континенту, в Исландии — характерные черты седиментации в рифтовой зоне и т.п. Кроме того, новые материалы по верхнекайнозойским толщам арктических и бореальных районов проливают свет на проблему возрастных границ и, в частности, на положение плиоцен-плейстоценовой границы, которая, как известно, долгое время является предметом жарких дискуссий.

Прежде чем перейти к разбору конкретных материалов, представляется целесообразным разобрать некоторые общие проблемы стратиграфии кайнозоя, которые помогут понять задачи, стоящие перед интересующей нас верхнекайнозойской стратиграфией северных районов. Начнем рассмотрение этих проблем с принципов выделения стратиграфических подразделений и стратиграфической классификации. Специальное освещение авторской позиции относительно некоторых сторон стратиграфической классификации необходимо потому, что дальнейшее изложение и анализ геологических материалов будут проводиться с точки зрения именно этой позиции, а она по ряду положений отличается от других широко распространенных концепций.

ПРОБЛЕМА УВЯЗКИ PROVINCIALНЫХ ШКАЛ С МЕЖДУНАРОДНОЙ ШКАЛОЙ. ГОРИЗОНТ КАК СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ

Как известно, многие вопросы, касающиеся стратиграфической классификации и увязки региональных схем с международной стратиграфической шкалой, до последнего времени вызывают большие споры.

Многие интересующие нас вопросы в разные годы освещались В.Н. Верещагиным, А.И. Жамойдой, Б.М. Келлером, А.Н. Криштофовичем, Г.П. Леоновым, Л.С. Либровичем, В.В. Меннером, Н.К. Овечкиным, А.П. Ротзем, Б.С. Соколовым, Д.Л. Степановым, Л.Л. Халфиным и многими другими исследователями (Гладенков, 1972 а). В прошедшее десятилетие интерес к обсуждению вопросов, связанных со стратиграфической классификацией, терминологией и номенклатурой, значительно повысился. Об этом говорит появление известных циркуляров Х. Хедберга (председателя подкомиссии по стратиграфической классификации Международной комиссии по стратиграфии), стратиграфических кодексов ряда европейских, азиатских и американских стран и, наконец, стратиграфического кодекса СССР, который сейчас широко обсуждается в нашей стране (Жамойда и др., 1969; Яркин и др., 1971; Жамойда, Меннер, 1974).

Проблемы стратиграфической классификации были предметом обсуждения на первых сессиях (I—VIII) международных геологических конгрессов в конце прошлого века. Геологи всех континентов хорошо знают схемы классификации, которые были приняты в Болонье (1881 г.) и Париже (1900 г.) и положены в основу стратиграфических работ в большинстве стран мира. Однако впоследствии, до XIX конгресса в Алжире в 1952 г., геологические конгрессы практически не обращались к этим проблемам.

Между тем бурный рост геологических, и прежде всего картировочных и нефтепоисковых, работ ставил перед геологами много новых задач, которые не всегда удовлетворительно решались в рамках прежних схем. Поэтому не случайно дискуссия по принципам стратиграфической классификации продолжалась и именно в эти годы как в СССР, так и за границей появился ряд интересных работ (Ashley, 1933; Schenck, Müller, 1941; Криштофович, 1939, 1945; Келлер, 1950; Стратиг-

Таблица 1

Категории стратиграфических подразделений в решениях Международных геологических конгрессов и предложениях подкомиссии по стратиграфической классификации

Болонья, 1881 г.	Париж, 1900 г.	Копенгаген, 1960 г.	Монреаль (проект), 1971 г.
Группа		Эратема	Зонотема
Система	Система	Система	Эратема
Серия (отдел)	Серия	Серия	Система
Ярус	Ярус	Ярус	Серия
Комплекс (подъярус)	Зона : региональные единицы	Ярус	Ярус
Слой		Подъярус	—
Пласт			Хронозона
	Формация не является стратиграфическим подразделением		

рафические и геохронологические подразделения, 1954; и др.). При этом выяснилось, что подход к выделяемым стратиграфическим подразделениям в разных странах значительно отличается. Если стратиграфические схемы большинства стран Европы базировались на хроностратиграфии и их подразделения прямо коррелировались с международной шкалой, то в Сибири и восточных районах СССР и США с их большими территориями, принадлежащими областям с разной геологической историей, а также в ряде районов Азии, Африки и Австралии стало выделяться много региональных подразделений (в СССР — серии, свиты, в США — группы, формации). Эти подразделения, которые широко использовались в практике, к европейским стандартам привязывались с большим трудом, а часто и вообще не привязывались. Вот почему принципы приоритета, компромисса и "естественности" (базирующейся на эволюции органического мира), которые ранее были положены в построение стратиграфических схем Европы, стали в ряде случаев вытесняться принципом "удобства". Это в конце концов привело к выделению самостоятельных и "удобных для практики" литостратиграфических, биостратиграфических и других подразделений, что особенно резко было подчеркнуто в работе Шенка и Мюллера (Schenck, Müller, 1941), после которой противопоставление хроно- и литостратиграфических единиц в кодексах многих стран (прежде всего США) стало почти общепринятым.

Наряду с этой тенденцией усилиями главным образом европейских и советских геологов в стратиграфии развивалась и другая тенденция: росла дробность стратиграфических шкал планетарного масштаба. Если Парижская сессия рекомендовала ярусы и зоны использовать только в качестве региональных единиц, то к 70-м годам стало ясно, что не только ярусы, но и многие зоны могут быть подразделениями планетарного масштаба (табл. 1)¹. Это убедительно было доказано, в частности, материалами по граптолитовым зонам палеозоя (Бэрри, Балмен, Скевингтон и др.), аммонитовым зонам юры (Аркел, Циглер, Цейс и др.), зонам планктонных фораминифер кайнозоя (Блоу, Болли и др.).

В настоящее время зона (хронозона) выделяется по какой-либо группе фауны (обычно планктонные или нектонные организмы) на основе этапности ее эволюции ("ортохронология", по Шиндевольфу). В сумме зоны составляют ярусы. Это создает предпосылку для более строгого осмысливания, с точки зрения развития органического мира ярусов (и более крупных подразделений), которые, как из-

¹ Хотя некоторые исследователи и сейчас сомневаются в возможности выделять ярусы и даже отделы в масштабе всей Земли (Б.П. Жижченко и др.).

вестно, были выделены в качестве региональных (что очень часто забывается) единиц Европы. Хотя в большинстве случаев при их обосновании принималась во внимание фауна и флора, выделение их, естественно, не могло основываться на закономерностях эволюции органического мира (этапности и т.п.), установленных значительно позднее. Надо отдать должное геологам прошлого века, которые, не зная этих закономерностей, но используя "естественность" стратиграфических подразделений и четкую обособленность захороненных в них ископаемых комплексов, наметили в целом достаточно хорошую шкалу. Сейчас вопрос заключается в том, как эту шкалу на основе зон и ярусов распространить на всю поверхность Земли.

ЗАДАЧИ СТРАТИГРАФИИ. ТИПЫ СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ

Параллельное существование в стратиграфии двух указанных тенденций, связанных, с одной стороны, с совершенствованием (детализацией) общей шкалы на палеонтологической основе, а с другой — с противопоставлением хроностратиграфическим подразделениям "естественных тел", прежде всего литостратиграфических единиц ("нужных для практики"), привело к тому, что задачи стратиграфии стали трактоваться по-разному². В связи с этим различным образом стали выглядеть и принципиальные посылки, которые клались в основу построения стратиграфических кодексов (Жамойда и др., 1969; Жамойда, Меннер, 1974). Эти различия нашли свое отражение прежде всего на геологических картах.

Можно указать на два основных направления в определении задач стратиграфии (на промежуточных позициях мы останавливаться не будем). Сторонники одного из них считают, что первой задачей является описание слоев в частном разрезе, второй — корреляция разрезов и определение их места в общей шкале, третьей — выяснение истории Земли (Данбар, Роджерс, 1962). По их мнению, эти задачи можно было бы по аналогии с петрографической терминологией называть "стратиграфией", "стратилигией" и "стратигенией" (обратим внимание, что понимается под термином "стратиграфия"!). Важно подчеркнуть, что эти авторы в круг стратиграфических задач включают исследование формы залегания, литологического характера и условий возникновения пород. На геологических картах, по их мнению, следует изображать естественные, картирующиеся в поле тела.

Сторонники другого направления подчеркивают, что единственной задачей стратиграфии является определение хронологической, исторической последовательности образования пород. В их понимании стратиграфия — эта та ветвь исторической геологии, которая призвана классифицировать породы в зависимости от хронологической последовательности их образования и разрабатывать хронологическую шкалу для датировки геологических процессов и событий (Schindewolf, 1970; Шиндевольф, 1975). Биостратиграфии отводится роль важнейшего метода. Литология, поскольку понятие времени здесь отсутствует, считается лишь предварительным материалом для стратиграфии. На геологических картах признается необходимым отражать прежде всего хронологические датировки пород.

Не менее существенным моментом стратиграфических исследований является вопрос увязки региональных подразделений с подразделениями международной шкалы (Криштофович, 1945; Верещагин, 1969; Соколов, 1971; Леонов, 1973; Жамойда, Меннер, 1974). С тем чтобы осветить наше отношение к этому вопросу, остановимся на разборе понятий "свита" и "горизонт", которые особенно широко используются в практике советских геологов.

² Специально сделаем оговорку, что в дальнейшем речь пойдет главным образом о классификации отложений фанерозоя.

Как справедливо подчеркивал А.Н. Криштофович, термины региональной шкалы применяются там, где палеонтология и другие методы стратиграфической корреляции не могут нам дать определенных точных указаний для отнесения отложений к тому или иному ярусу и другим подразделениям общей шкалы... (Криштофович, 1945). Именно с этой позиции и надо рассматривать свиты и горизонты.

Определений термина "свита" в нашей литературе много, и нет надобности их повторять. Свиты картируются уже несколько десятилетий, и практически большинство геологических карт мелкого и среднего масштабов базируется именно на свитах тех или иных регионов. Карты таких регионов имеют специально разработанные легенды, основанные на выделении свит.

Однако, как следует из анализа литературы, в понимании термина "свита" обнаруживаются существенные расхождения. Некоторые геологи (Меннер, 1962; и др.) считают, что свита, характеризующаяся, как правило, внутренним (практически литологическим) единством, выделяется по совокупности тех же признаков, что и единицы общей шкалы, т.е. прежде всего по органическим остаткам. В этом случае свита, по мысли этих геологов, будет занимать определенное стратиграфическое положение и — добавим от себя — в значительной мере совпадает с также широко известным в отечественной литературе понятием "горизонт".

Другие геологи (Келлер, 1950; Степанов, 1958; и др.) на первое место среди признаков свиты ставят литологические: по их мнению, не следует объединять в одну свиту отложения разного литологического состава. И хотя некоторые из этих геологов считают, что возраст свит в принципе по простираанию не меняется, другая часть исследователей приходит к мысли о возможной диахронности границ свит, на что в свое время указывал А.Н. Криштофович (1945).

В последнее время многие геологи, занимающиеся детальной съемкой, стали склоняться к мысли, что под "свитой" надо понимать литологические тела с "естественными" (часто относительно асинхронными) границами, которые, собственно, и картировались в большинстве случаев; в принципе эти тела (что очень важно) могут выделяться и при отсутствии органических остатков. По-видимому, такие случаи наиболее универсальны. При этом, как подчеркивал еще А.Н. Криштофович и как показывают многочисленные примеры, возрастные границы могут не совпадать с границами таких свит даже тогда, когда они относительно изохронны.

Практически встает альтернатива: либо свита — это прежде всего литологическое тело (и является литостратиграфическим подразделением, идентичным формации американских геологов), либо свита — это горизонт (и тогда встает вопрос о ненужности последнего). По-видимому, первая точка зрения заслуживает предпочтения.

Можно, конечно, сказать: а) что иногда случаи асинхронности границ свит преувеличены; б) что фациальная пестрота осадочных толщ отмечается не повсеместно, а приурочена главным образом к геосинклинальным областям и областям сочленения разных структурно-фациальных зон; в) что фациальные замещения происходят часто на ограниченной площади (по простираанию в несколько десятков километров). Однако сейчас нельзя, пожалуй, говорить, что все эти случаи являются частными и исключительными: их роль в геологической практике по крайней мере не меньше роли "противоположных" случаев, когда свиты относительно выдержаны на больших площадях. И самое главное — и это особенно бросается в глаза — чрезвычайно типичным является обнаруженное практикой несовпадение литологических границ свит с хронологическими границами, которые отбиваются по ископаемым остаткам и служат границами горизонтов.

Не рассматривая здесь соотношение свит с другими литостратиграфическими более крупными и более мелкими по объему (серия, пачка и др.) единицами, которое широко освещено в литературе, отметим положение среди них только так называемых биостратиграфических подразделений. Противопоставление последних хроностратиграфическим подразделениям, на чем, в частности, настаивают американские геологи, встречает многочисленные возражения. Ведь возраст хроноподразде-

лении в большинстве случаев определяется по ископаемым остаткам. Что касается большинства единиц, относимых к "биостратиграфическим" (биостратиграфическая зона, ценозона, экозона, конгрегационная зона), то они, как правило, являются фацио- или экологостратиграфическими подразделениями и в этом отношении часто смыкаются с литостратиграфическими единицами. По-видимому, с палеонтологической точки зрения такие биостратиграфические подразделения большей частью представляют собой по существу "рабочие" (вспомогательные) единицы, которые служат для обоснования зон (ярусов) или горизонтов — основных хроностратиграфических единиц общей и региональной шкал.

Здесь уместно перейти к краткой характеристике горизонтов. В отечественной литературе этот термин используется давно и обычно связывается с именем Н.А. Головкинского (см. Леонов, 1973). С одной стороны, в термин вкладывалось линейное понятие (А.Н. Криштофович и др.), на практике трансформировавшееся в выделение маркирующих горизонтов; с другой — объемное понятие, и именно в этом смысле он наиболее широко стал употребляться. Правда, к его выделению разные исследователи подходили несколько различно. Пожалуй, здесь можно отметить две тенденции. Ряд геологов под горизонтом понимали толщи, отвечающие определенной стадии развития бассейна, которая отражается в изменении фауны и литологии (Н.И. Андрусов, А.П. Павлов, Д.И. Иловайский и др.). Другие — горизонтом считали толщи, связанные одновозрастностью их образования без обязательного соответствия этапам развития органического мира (В.Н. Верещагин и др.).

В практике геологических работ горизонты стали использоваться в СССР особенно широко после блестящей работы Н.И. Андрусова по кайнозойским отложениям Понто-Каспийского бассейна (1918). Именно эти материалы являются основой для понимания термина "горизонт" и наиболее ярко его иллюстрируют. Среди нижне-среднемиоценовых отложений Н.И. Андрусов выделял следующие горизонты: тарханский с *Pecten denudatus* (верхняя часть майкопской толщи), чокракский (мелководная чокракская фация и глинистая спириалисовая фация), караганский (спаниодонтовые слои) и конкский (с фолადовыми пластами). В верхнемиоценовых толщах³ им были намечены: сарматский ярус с вольнским (эввлиевые слои), бессарабским (нубекуляриевые слои) и херсонским (слои с *Mastra caspia*) горизонтами, мзотический и понтический ярусы.

Выделение горизонтов, как следует из анализа построений Н.И. Андрусова, было основано на объединении древних толщ (как монофациальных, так и гетерофациальных), которые отвечали определенным этапам геологического развития региона. Эти этапы отражались, по Н.И. Андрусову, с одной стороны (и прежде всего), на составе органического мира и, с другой стороны, — на особенностях осадконакопления. Анализ смены комплексов и использование палеогеографического метода при корреляциях позволили Н.И. Андрусову наметить в начале нашего века такие стратиграфические подразделения, которые существуют до сего времени.

В фаунистическом отношении эти отложения, как указывает Н.И. Андрусов (1918), можно разделить на три "цикла", в каждом из которых можно отметить обеднение комплексов снизу вверх. Цикл 1, горизонты: тарханский (морская фауна), чокракский (обедненная фауна эвксинского типа) и караганский (сильно обедненная фауна). Цикл 2, горизонты: конкский (присутствие некоторых чисто морских форм — *Corbula*, *Aporrhais*, *Turritella*), вольнский (выработка сарматского типа фауны), бессарабский (богатая сарматская фауна) и херсонский (обедненная фауна). Цикл 3, пласты: нижнемзотические (полуморская фауна) и среднемзотические (развитие мелких конгерий и мелких гидробиид и неритин). В последующих работах было значительно уточнено распределение конхилиофауны по "циклам", или "этапам" (Колесников, 1939, 1941; Давиташвили, 1948; Жижченко, 1959), более детально определены особенности стадий каждого этапа (стадии медленного изменения комплексов под влиянием новых условий, стадии пышной адаптивной радиации и стадии быстрого вымирания многих групп),

³ Возраст в данном случае дан в понимании Н.И. Андрусова; о коррективах возрастной схемы см. гл. IV.

но стратиграфическая схема Н.И. Андрусова практически осталась неизменной, а его принцип выделения горизонтов, основанный на выявлении этапности развития органического мира, доказал свою жизненность.

Опыт детальных стратиграфических работ, проведенных в последние десятилетия в различных районах СССР, подтвердил основную мысль Н.И. Андрусова о том, что в упорядочении стратиграфии каждого района важнейшее место принадлежит именно выявлению закономерностей развития бассейнов и их фаун, что и позволяет выделять горизонты. Учитывая эту особенность, Д.Л. Степанов (1958) справедливо подметил, что горизонт как стратиграфическое подразделение, устанавливаемое прежде всего на основе палеонтологической охарактеризованности, приближается к понятию зоны (или "оппель-зоны", по Д.Л. Степанову). Различие между ними будет заключаться в том, что зона является хроностратиграфической единицей универсального значения, а горизонт представляет собой региональное подразделение. Заметим также: если зоны выделяются обычно по "ортогруппам" (по крайней мере к этому все стремятся), то горизонты, как правило, базируются на "парастратиграфических" группах ("парасчленение", по Шиндсвольфу)⁴. При этом, как и в случае зон (или ярусов), исследователи стараются анализировать фауну горизонтов с позиций этапности ее развития, что еще больше сближает горизонты с категориями общей шкалы. Горизонты, надстраиваясь друг над другом, в сумме дают определенную хроностратиграфическую последовательность разреза того или иного региона (подобно хроностратиграфической последовательности подразделений общей шкалы) и этим отличаются от свиг, отдельные части которых по возрасту могут перекрываться, на что указывал А.Н. Криштофович.

В целом, по нашему мнению, горизонт можно охарактеризовать следующим образом. Горизонт — это хроностратиграфическое подразделение региональной стратиграфической схемы, выделяемое в толщах, точное сопоставление которых с общей шкалой встречает затруднения, и объединяющее по простирацию одно-возрастные гомо- или гетерофациальные образования определенного этапа геологического развития региона, который (этап) отражается в эволюции различных (обычно "парастратиграфических") групп органического мира и в ряде случаев — в специфике седиментации.

Горизонт может совпадать, но может и не совпадать с литостратиграфическими подразделениями региональной схемы. Выделением горизонтов литостратиграфия приводится к собственно стратиграфии — хроностратиграфии, ибо горизонт связывает различные литостратиграфические единицы (или их части) в возрастном отношении.

Являясь хроностратиграфическим подразделением региональной схемы, горизонт представляет собой важный элемент для привязки региональных схем к международной шкале.

Если доказывается точное соответствие хроностратиграфических подразделений международной шкалы и региональной схемы, горизонты заменяются подразделениями шкалы. Однако границы горизонтов могут и не совпадать с границами стратиграфических единиц общей шкалы; в таких случаях для горизонтов определяется стратиграфическое соответствие отдельным частям подразделений международной шкалы.

В случаях, когда выясняется, что горизонты заполняют "пустые" места или недостаточно изученные интервалы международной шкалы и к тому же прослежи-

⁴ Не следует забывать, что понятия об орто- и парастратиграфических группах возникли у Шиндсвольфа в его во многом спорной и в определенной мере метафизической концепции развития органического мира. В связи с этим пользоваться его терминологией можно лишь с известными оговорками. Практически его "ортгруппа" включает быстро эволюционирующие комплексы широкого площадного распространения (к ним относятся преимущественно планктонные организмы). Парастратиграфические группы представлены фактически бентосными комплексами, зависимость которых от фациальной обстановки проявляется более резко, в связи с чем они распространяются относительно нешироко.

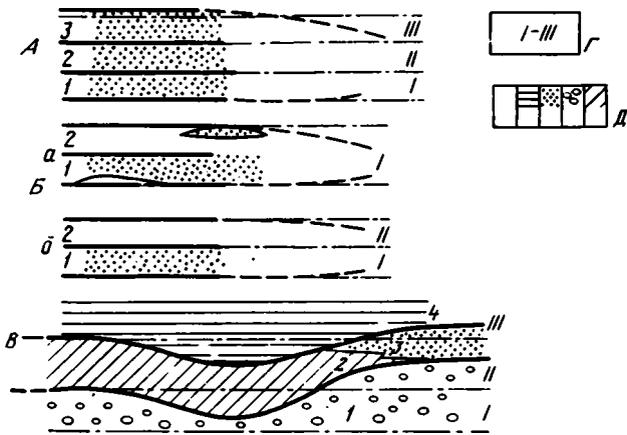


Рис. 1. Свиты и горизонты (различные случаи выделения).

А – свиты (1–3) в литологически одинаковых толщах выделены по фауне: практически соответствуют горизонтам; Б – свиты (1–2) в литологически и стратиграфически разных толщах с одинаковой (а) или различной (б) по возрасту фауной: соответствуют одному (а) или двум (б) горизонтам. В случае (а) фауна нижней свиты в соответствующих фациях (линзы) отмечается и в верхней свите, и наоборот; В – свиты (1–4) в литологически разных толщах, часто с асинхронными границами; литологические толщи обычно не совпадают с горизонтами, выделяемыми по смене фаун, которая обусловлена этапностью их развития (наиболее универсальный случай); Г – горизонты с характерными для них комплексами фауны; Д – толщи с различной литологической характеристикой; пунктир – диахронные границы

ваются на обширных территориях, горизонты могут приобретать значение подразделений шкалы (ярусов, зон).

Вполне возможно, что для этого понятия ("горизонт") может быть предложено и более удачное название (например, "региоярус"), но главное – в его принципиальном содержании.

Различные варианты соотношений свит и горизонтов отражены на рис.1. Как следует из его рассмотрения, свита представляется либо более крупным подразделением, чем горизонт (тогда ее выделение в качестве хроностратиграфического подразделения для практики не столь актуально), либо более мелким подразделением, чем горизонт, т.е. она является фацией горизонта (в этом случае ее выделение как хроностратиграфической единицы более дробной, нежели горизонты, затруднительно, ибо с помощью палеонтологических данных такие свиты в условиях фациальной изменчивости не могут "тянуться" на большой площади – скажется предел точности метода). Создается впечатление, что с этой точки зрения свита как хроностратиграфическое подразделение, как ни парадоксально, не очень удобна для практики, и в этом качестве наиболее удобен именно горизонт. Свиты же, с другой стороны, являются исключительно важным подразделением, представляющими конкретный для каждого района материал, на основе которого путем выделения горизонтов создаются региональные стратиграфические схемы.

Практика геолого-съемочных работ хорошо подтверждает это положение: по сути дела все унифицированные схемы Международного стратиграфического комитета для отдельных регионов строятся на основе горизонтов, в которые "укладываются" свиты, количество которых иногда достигает нескольких десятков.

На рис. 1 приведены абстрактные варианты соотношений свит с горизонтами, однако для иллюстрации сказанного можно было бы привести множество примеров, основанных на реальной геологии: например, схемы к статьям Г.С. Мишакова (1969) и Н.А. Волошиновой и Л.С. Леоненко (1973) по окобыкайской свите миоцена Северного Сахалина, схему В.А. Броневого и соавторов по палеогену Приаралья (Бронева и др., 1969), основанную на детальных материалах картирования

и бурения, схемы В.Н. Синельниковой (1973) по какертской и этолонской свитам Западной Камчатки, Л.С. Маргулиса и В.О. Савицкого по палеогену Южного Сахалина (Хведчук и др., 1970). Много подобных примеров можно найти и в зарубежной печати (Rasmussen, 1966; Weaver e.a., 1944; и др.).

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

В нескольких словах остановимся на проблеме геологического картирования. Что картировать и что изображать на карте — имеет чрезвычайно важное значение для геологии. Анализ геологических карт отдельных районов Сибири и Дальнего Востока показывает, что в этом вопросе нет единства. Большая часть геологов-съемщиков ("практиков") — сторонники картирования "естественных", обычно литологических тел, в ряде случаев, как выясняется, имеющих асинхронные границы. Позитивными моментами, по их мнению, в их позиции являются удобство картирования, "прочность" фактического материала (ведь если возраст толщ с поступлением нового материала изменится, то литологические границы останутся) и важность картируемых тел для практики. Однако из-за несинхронности границ свит составленные таким образом карты теряют структурность и превращаются из геологических в литологические, а корреляция разрезов разных районов на предлагаемой основе подчас ведет к грубым ошибкам. Одновременно это приводит к появлению большого количества лишних местных свит (формаций). Например, только в третичных разрезах Северной Америки насчитывается до 150 формаций, точная стратиграфическая позиция которых часто не определена; более сотни свит выделено на Камчатке и Сахалине.

Другие геологи — автор в том числе — считают, что на карте следует изображать хроностратиграфические подразделения, что делает ее действительно геологической и структурной. Обычно противники такого картирования говорят, что возраст пород в поле определять практически невозможно (не хватает палеонтологов, нет времени для определительской работы), границы на биостратиграфической основе "протягивать" трудно ("неудобно"), что с появлением новых данных возраст толщ может меняться (это может потребовать перекартировки), что палеонтологический метод имеет предел дробности в расчленении и т.п. Как можно видеть, возражения здесь идут в основном с позиции "удобства" и возникают часто из-за необеспеченности геологической съемки нужными специалистами (биостратиграфами).

То что литология (выделение маркирующих горизонтов и т.п.) используется при картировании, с этим нельзя спорить. В зависимости от масштаба карт лито- и фациостратиграфические подразделения следует, конечно, наносить в виде крапа — особенно на полевых картах. Как справедливо отметили В.И. Яркин и другие (1971), крупномасштабные карты часто представляют собой по существу литолого-геологические карты. Однако геологические карты в конечном итоге должны строиться на выделении хроностратиграфических подразделений и литологические маркеры в этой связи должны использоваться прежде всего для прослеживания границ этих подразделений.

На практике чаще всего бывает так: в поле составляется преимущественно литологическая карта, через некоторое время (год?) геологи получают определения органических остатков и на этой основе дают возрастные датировки свитам. С нашей точки зрения, сложившуюся практику следует, видимо, каким-то образом изменить и к составлению геологических карт подходить с принципиальных позиций — с позиций прежде всего хроностратиграфического расчленения.

Вариант соотношения стратиграфических подразделений общей шкалы и региональных схем представлен в табл. 2 (нетрудно видеть, что разные подразделения отражают последовательные стадии стратиграфического анализа). Приведенный вариант, естественно, не является исчерпывающим (сейчас в связи с обсуждением стратиграфического кодекса СССР будут, видимо, предложены более полные и более унифицированные схемы стратиграфической классификации).

Таблица 2

Сопоставление стратиграфических подразделений

Международная шкала	Региональные схемы	
Стратиграфические (хроностратиграфические) подразделения	"Рабочие" и вспомогательные подразделения (литологические и палеонтологические)	
Эонотема Группа (эратема) Система Отдел Ярус Зона (хронозона) Не унифицированные подразделения четвертичной системы	Горизонт Лона	Комплекс Серия Свита Толща Пачка Пласт Маркирующий горизонт Зона (по разным группам) Биозона Генозона Биостратиграфическая зона (экозона) Тейльзона Эпибола Слой с фауной

Но он достаточно четко отражает позицию автора в отношении положения среди стратиграфических подразделений основной единицы региональных схем — горизонта (к региональным подразделениям можно относить и лону — локальную или региональную зону).

Такие важные вопросы стратиграфической классификации и терминологии как необходимость выделения подразделений более крупных, чем группы (для докембрия), и более мелких, чем зона (для антропогена)⁵, нами не разбираются, так как они выходят за рамки рассматриваемых проблем. Впрочем, некоторые общие соображения в отношении принципов выделения четвертичной системы изложены в гл. II.

ДОСТИЖЕНИЯ И ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В СТРАТИГРАФИИ КАЙНОЗОЯ ПОСЛЕДНИХ ЛЕТ

Второй вопрос, который, как представляется, необходимо осветить перед изложением конкретных данных по верхнему кайнозою северных районов, касается состояния и перспектив кайнозойской (прежде всего третичной) стратиграфии в целом.

Объем третичной системы в Европе был определен Чарльзом Лайелем в 30-х годах прошлого столетия (Lyell, 1833). Внутри системы Лайель выделил три отдела — эоцен, миоцен и плиоцен. Основой для такого разделения послужило выявленное конхиологом Деге процентное содержание ныне живущих видов, найденных в третичных толщах (в эоцене — около 3%, в миоцене — около 18%, в плиоцене — примерно 49%). Позже европейские геологи выделили еще два отдела — олигоцен (вычленен из верхней части эоцена Лайеля) и палеоцен (слои, подстилающие эоцен). Впоследствии палеоцен, эоцен и олигоцен стали относить к палеогеновой

⁵ Недавно интересный вариант классификации четвертичной системы был предложен Е.В. Шанцером, И.И. Красновым и К.В. Никифоровой (1973); вопросы расчленения докембрия освещены Б.М. Келлером (1966) и М.А. Семихатовым (1974).

системе (Naumann, 1866), а миоцен и плиоцен — к неогеновой (Höernes, 1856). Когда удалось более детально изучить палеонтологические остатки и определить в отдельных районах последовательность толщ, входящих в отделы, появилась возможность дополнительно вычлениить и еще более мелкие подразделения — ярусы. После работ Майера (Maayer, 1857), выделившего в 50-х годах XIX в. 12 ярусов в третичных образованиях Европы, и Науманна, который в 70-е годы того же столетия объединил схемы Лайеля, Майера и других, практически и была сформирована та ярусная шкала, которая дожила до наших дней.

Однако в дальнейшем с ярусным расчленением неогеновых (и подстилающих палеогеновых) отложений по сравнению с другими системами фанерозоя сложилось, пожалуй, самое тяжелое положение. И не случайно, что когда хотели привести наиболее убедительный пример того, что ярусное расчленение в планетарном масштабе невозможно, в первую очередь обращались именно к "третичной", т.е. палеогеновой и неогеновой системам.

В большой мере это определяется многими неясностями в отношении объемов, границ и фаунистических характеристик отдельных ярусов в стратотипах Европы, вопрос о которых уже разбирался в литературе (Яншин, 1953; Меннер, 1965; Крашенинников, 1969а, 1971б). В частности, это относится к ярусным подразделениям неогена, объем которых до сих пор еще трактуется по-разному.

Неудовлетворительное положение с номенклатурой и ярусной шкалой палеогена и неогена обусловлено главным образом тремя причинами. Во-первых, подавляющее большинство ярусов было выделено в разрезах полузамкнутых и ненормальносоленых бассейнов Европы: палеогеновые ярусы — в Англо-Парижском бассейне и Бельгии, а неогеновые ярусы — в Средиземноморье. Но именно в этих местах третичные осадки характеризуются многочисленными перерывами, переслаиванием морских и континентальных образований, резкой сменой фаций в разрезах и фациальной пестротой разновозрастных толщ. Поэтому выделенные в таких условиях ярусы с большим трудом прослеживаются на сколько-нибудь значительных площадях (даже в пределах Западной Европы).

Во-вторых, палеонтологическая характеристика ярусов базировалась главным образом на бентосных комплексах. Но, как было выяснено детальными исследованиями, смена этой фауны в разрезе часто бывает связана не только с ее эволюцией, но и с изменением условий ее обитания. Поэтому проследить естественные этапы развития органического мира по этим комплексам крайне трудно. Если же учесть, что распространение древних бентосных ассоциаций, обусловленное приуроченностью к определенным фациям, ограничено сравнительно небольшой площадью отдельных районов Европы, то станет ясным, почему упомянутые комплексы могут использоваться для сколько-нибудь широких сопоставлений с большим трудом.

Наконец, в-третьих, выбор самих стратотипов, к сожалению, оказался не совсем удачным. При выделении ярусов Майер исходил не столько из установления стратиграфической позиции каждого из них в разрезе, сколько из их палеонтологических характеристик. В ряде случаев стратотипы были территориально разобщены (аквитан и бурдигал выделены на юго-западе Франции, гельвет — в Швейцарии, тортон — на севере Италии, мессинский ярус — в южной Италии и т.п.) и соотношение стратотипов с отложениями более молодого или древнего возраста оставалось невыясненным (гельвет, аквитан). Кроме того, в отдельных случаях стратотипы в морских фациях отделялись от подстилающих и перекрывающих морских слоев пресноводными толщами или перерывами (аквитан), что затрудняло их корреляцию, или были представлены отложениями, сформировавшимися в различных типах бассейнов — открытых и полузамкнутых (гельвет), сопоставление которых по фауне крайне затруднено.

Все это естественно, приводило ко многим неясностям в сопоставлении и трактовке объемов стратотипов и очень часто лишало возможности оценить сущность "ярусов" в разных работах. Из-за того что третичные ярусы выделялись как региональные стратиграфические единицы и базировались на бентосных комплексах, которым свойствен определенный провинциализм, названные подразделения

практически "не протянулись" в планарном масштабе. Поэтому естественной реакцией на это было создание в ряде областей Земного шара (в Крымско-Кавказской области, в Северной и Южной Америке, в Северо-Восточной Азии и т.д.) местных стратиграфических шкал, которые строились сначала тоже в основном на бентосных фаунах.

СОСТОЯНИЕ ВЕРХНЕКАЙНОЗОЙСКОЙ СТРАТИГРАФИИ БОРЕАЛЬНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ БАССЕЙНОВ

Трудности корреляции кайнозойских и, в частности, верхнекайнозойских толщ отразились и в стратиграфических схемах интересующих нас районов — побережий Северной Атлантики и особенно северной части Тихого океана. Сопоставление подразделений этих схем со стратотипическими разрезами было во многом условным, в связи с чем и возрастные датировки неогеновых (и четвертичных) отложений указанных районов отличались провизорностью.

Давно известно, что неогеновые и нижнечетвертичные толщи, связанные с бассейном Северного моря, с трудом поддаются сопоставлению со средиземноморскими разрезами. Это явление объясняется многими геологами (Жинью, 1952; и др.) принадлежностью областей Северного и Средиземного морей к различным биогеографическим провинциям. Попытки скоррелировать североморские разрезы с южноевропейскими приводили к самым различным вариантам, каждый из которых оставался недостаточно обоснованным.

Так, корреляция миоценовых комплексов отдельных районов Северной Европы (Дании, ФРГ, Нидерландов) проводилась различными авторами по-разному (Ander sen, 1964; Sorgenfrei, 1958; и др.), и до последнего времени общепринятые схемы миоцена, которые в отношении сопоставления с южноевропейскими (средиземноморскими) разрезами принимались бы всеми исследователями, здесь практически отсутствуют. Как правило, в перечисленных выше странах проводилось достаточно детальное изучение отдельных разрезов, но провинциальная и более широкая корреляция из-за существенных различий в палеонтологической характеристике толщ разных районов рассматривались сравнительно слабо.

Сказанное выше в целом относится и к плиоцену. Из плиоцен-плейстоценовых толщ с европейскими стратотипическими разрезами прежде всего сравнивался разрез Крагов Англии, к которому как к опорному, хорошо изученному и наиболее палеонтологически охарактеризованному привязывались толщи сопредельных территорий — Исландии, Нидерландов и Бельгии. Наибольшее распространение в литературе получила, в частности, корреляционная схема, согласно которой Кораллиновый Краг Англии (и соответствующие ему толщи в соседних странах) сопоставляется с астием, т.е. плиоценом Средиземноморья, а Красный Краг (с аналогами сопредельных районов) — с калабрием, т.е. плейстоценом (Baden-Powell, 1956). Но далеко не все исследователи соглашались с подобной корреляцией; некоторые из них (Chavan, 1950; Strauch, 1970) предлагали другие варианты сопоставления, которые, однако, в свою очередь тоже отвергались их оппонентами⁶. Все это свидетельствовало о недостаточно убедительной аргументации корреляционных построений. По-видимому, положенные в их основу палеонтологические и палеогеографические данные часто в связи с недостаточной изученностью ископаемых остатков, отсутствием материалов для достоверных палеоклиматических реконструкций и т.п. еще не могли дать исчерпывающие и достоверные ответы на все вопросы, возникавшие при сопоставлениях древних толщ. В частности, комплексы моллюсков, использованные при сопоставлениях в пределах Северной Атлантики, оставались еще далеко не изученными во всех арктических и бореальных районах этой области. Кроме того, если они приводили к относительно однозначным корреляциям в Северноморском бассейне, где повсеместно отмечались однотипные фауны, то сопоставление этого бассейна со Средиземноморьем, отличающимся иным типом фауны, встречало большие трудности. Наконец, до последнего времени отсутствовали ма-

⁶ Подробнее об этом см. в гл. II.

териалы по другим группам ископаемых комплексов и стратиграфические данные, полученные иными методами (прежде всего — физическими), по которым можно было бы проверить корреляции, основанные на малакофауне.

Еще более трудное положение сложилось с верхнекайнозойскими шкалами северной части Тихого океана. Возрастные датировки выделяемых здесь "ярусов" и "горизонтов" являлись в большинстве случаев условными, и не было никакой уверенности в том, что "средний миоцен" Сахалина или "плиоцен" Камчатки являются аналогами соответствующих подразделений Европы. Собственно, ничего удивительного в этом нет. Созданные здесь провинциальные стратиграфические шкалы (в 40-х годах в Северной Америке и 50—60-х годах в Северо-Восточной Азии) базировались главным образом на бентосных комплексах (в основном — моллюсках) которые практически не давали возможности проводить точного сопоставления с Европой. Как обычно указывалось, в сравнении с европейскими эти комплексы, сформировавшиеся в другой биогеографической области, настолько резко отличались, что речь обычно шла только о самой приблизительной корреляции. Другие группы и иные методы здесь тоже практически не использовались.

Таким образом, до последнего времени вопросы расчленения морских верхнекайнозойских толщ в бореальных и примыкающих к ним арктических районах как Атлантики, так и севера Тихого океана оставались во многом нерешенными. Отсутствие надежных коррелятивов не позволяло достаточно уверенно сопоставлять кайнозойские образования, сформировавшиеся в разных биогеографических поясах, областях и провинциях. Помимо этого, до последних лет третичные и четвертичные толщи оставались изученными далеко не представительно. Знания о них практически ограничивались сведениями об отложениях, вскрывающихся на материках. Что же касается кайнозойских осадков океанического дна, то материалы по ним стали поступать лишь в самые последние годы, причем и сейчас эти данные по многим бореальным и особенно арктическим районам остаются недостаточными (Clark, 1971; Hergman, 1970, 1974).

В последнее время изучение верхнего кайнозоя бореальных и арктических бассейнов заметно оживилось. Сейчас начали работать региональный комитет по стратиграфии неогена Северной Европы и комитет по изучению тихоокеанского неогена (Меннер, 1974).

Большой интерес вызвал симпозиум в Рейкьявике в 1962 г., посвященный североатлантической биоте и ее истории. Уже дважды (последний раз в 1971 г.) собирался симпозиум по геологии Арктики. В 1973 г. в Хабаровске состоялся симпозиум, обсуждавший проблему Берингии. В печати появился целый ряд работ, посвященных ревизии стратиграфических схем кайнозоя в разных странах — Японии, США, СССР. В июне 1974 г. и апреле 1975 г., соответственно в Петропавловске-Камчатском и Магадане состоялись совещания по схемам палеогена и неогена Дальнего Востока (см. гл. III). В 1976 г. в Японии прошел Международный конгресс по неогену Тихого океана.

НОВОЕ В СТРАТИГРАФИИ ПОСЛЕДНИХ ЛЕТ

За последние годы геологическая наука, пожалуй, впервые вплотную подошла к решению вопроса о планетарных корреляциях кайнозойских толщ. Это стало возможным прежде всего потому, что появились новые методы и наметились новые пути в стратиграфических исследованиях. В первую очередь биостратиграфия успешно стала использовать остатки планктонных микроорганизмов, что и поставило сопоставление кайнозойских осадков на реальную основу (Меннер, 1971).

После проведения детальных работ по изучению планктонных фораминифер в разных районах Земного шара — здесь следует специально подчеркнуть исключительно важную работу Болли (Bolly, 1959) по Тринидаду — стало выясняться, что в тропических и субтропических областях (между 45—50° с.ш. и 45—46° ю.ш.) комплексы кайнозойских фораминифер обнаруживают большое сходство и, что очень важно, одинаковую стратиграфическую последовательность. Это является

следствием синхронного изменения фораминифер в палеогене и неогене, отражающим эволюционный процесс их развития в указанных областях. Конкретные причины изменения планктонной фауны пока невыяснены, но самый факт его синхронности представляется достоверным. Именно его используют в стратиграфических целях. Весьма убедительно удалось показать это В.А. Крашенинникову (1969а,б; 1971а,б; 1973), который основывал свои выводы на исследованиях третичных толщ "материковых" и "океанических" разрезов, а также на данных по зональному расчленению палеогена и неогена. Под "зоной" он понимает отложения, образовавшиеся за время существования определенного комплекса планктонных фораминифер, представляющего этап их эволюционного развития (Крашенинников, 1969а), т.е. зона трактуется как хроностратиграфическое подразделение (Раузер-Черноусова, 1967). В палеогене выделяются две зоны, в эоцене — семь, в олигоцене — четыре, в миоцене намечаются пять зон, плиоцену соответствует одна зона. Чрезвычайно важно, что эти зоны, установленные В.А. Крашенинниковым в морских разрезах Сирии, были выделены с учетом данных по европейским стратотипам и скоррелированы с тринидадскими и другими разрезами Земного шара.

Весьма значительным в изучении микрофауны было обнаружение упомянутых зон в океанических осадках. Материалы глубоководного бурения однозначно показали, что все зоны, намеченные на континентах, практически в полном объеме присутствуют и в океанических разрезах. При этом выяснилось, что состав комплексов океанических и континентальных разрезов принципиально сходен и в обоих случаях установлена абсолютно одинаковая стратиграфическая последовательность комплексов. Одновременно сравнение зональных шкал, основанных на планктонных фораминиферах, и шкал, построенных на радиоляриях и наннопланктоне, показало высокую степень совпадения многих важнейших границ (Крашенинников, 1971а).

Разработка зональной шкалы, охватившей уже сейчас громадные территории тропического и субтропического поясов Земли (рис. 2), существенно преобразила как стратиграфию палеогена и неогена, так и глобальную корреляцию кайнозойских толщ. Правда, вопросы компоновки зон в ярусы и соотношения зон с конкретными стратотипами ярусов во многих случаях остаются пока нерешенными. Возможно, до разработки зональных шкал по разным группам, когда станут ясными стратиграфические уровни, на которых имело место "принципиальное" изменение органического мира, окончательно говорить о ярусной шкале рано. Но уже сейчас, по данным В.А. Крашенинникова и других исследователей (Berggren, Couvring, 1973), ярусы неогена, которые для нас особенно интересны, очерчиваются достаточно уверенно. Правда, выделение этих ярусов, каждому из которых соответствует зона, делается, строго говоря, не на основе "ярусных" изменений фауны, а прежде всего на основе увязки зон с ранее выделенными и широко известными в литературе стратотипами ярусов Европы. При этом названия тортонского, мессинского и, с некоторыми оговорками, аквитанского и бурдигальского ярусов могут считаться валидными (правомочными), так как их объемы соответствуют стратотипам, и они получили по планктонным комплексам достаточно четкую стратиграфическую привязку. Название же "гельветского" яруса, который помещался ранее в средний миоцен, сейчас не может использоваться, ибо, как было недавно установлено, он охарактеризован фактически позднебурдигальской фауной. В настоящее время уже имеются предложения заменить "гельвет" ланггийским и серравалийским ярусами (Меннер и др., 1976).

Подчеркивая громадное значение данной группы планктонных микроорганизмов в расчленении кайнозоя, следует, однако, помнить, что "фораминиферовые" зоны, прекрасно выделяющиеся в тропических районах, в разрезах высоких широт (севернее 45—50° с.ш.) протягиваются менее уверенно. Это связано, видимо, прежде всего со значительным уменьшением количества видов планктонных фораминифер с удалением от экватора. Кроме того, на распределение фораминифер в толщах ряда бореальных районов влияют и фациальный состав древних осадков, и их формационный характер (флиш, моласса), что, безусловно, осложняет корреляцию.

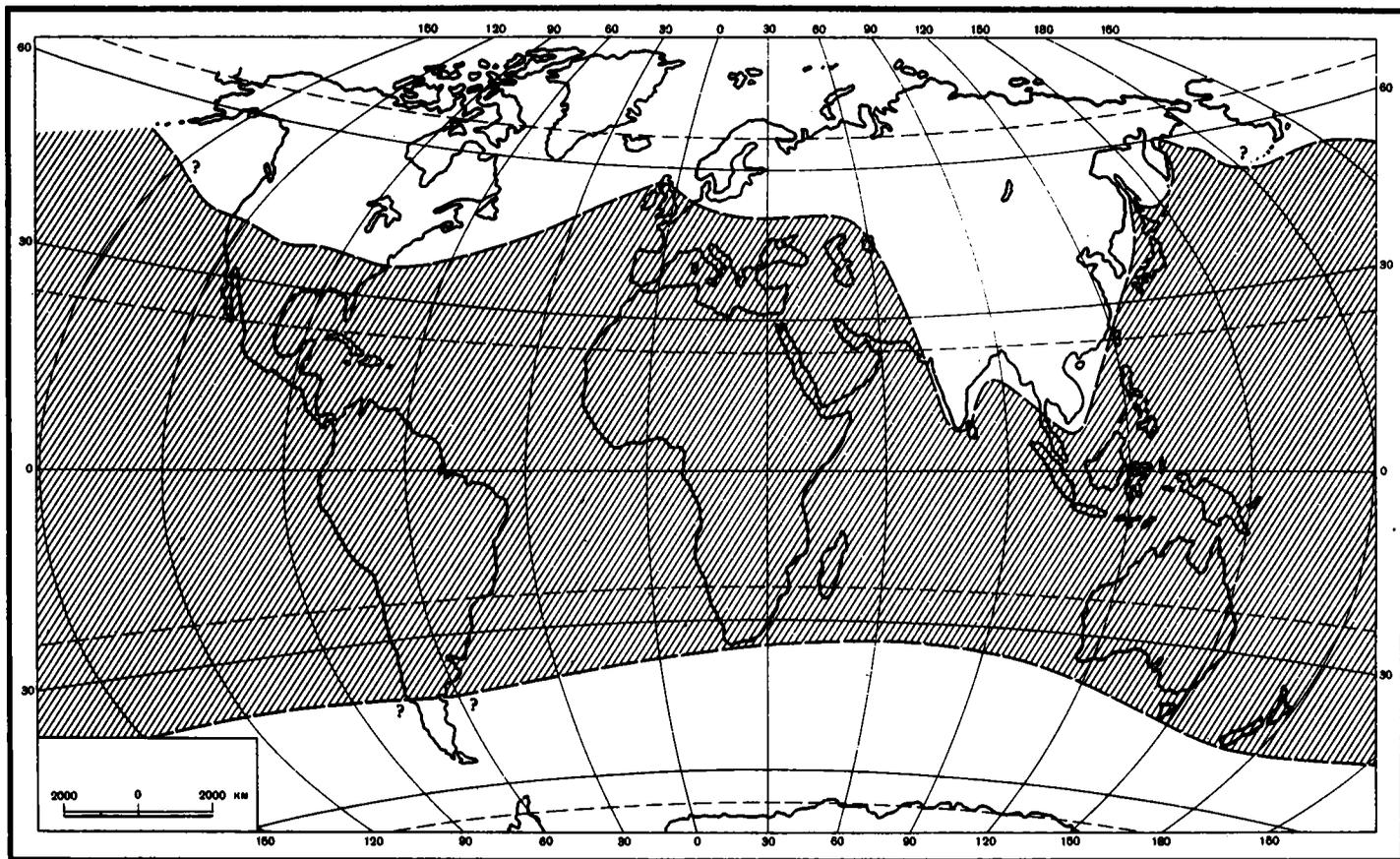


Рис. 2. Районы применения зональных шкал палеогена и неогена по планктонным фораминиферам (заштрихованы)

Но не только планктонные фораминиферы сделали стратиграфические шкалы более точными. Большое значение для корреляционных построений кайнозоя приобрела комплексность в изучении разных групп органических остатков. Помимо планктонных фораминифер, при расчленении океанических осадков успешно использовались также кокколитофориды и радиолярии (Hays *et al.*, 1969; Martini, Worsley, 1970; Bucry, Forster, 1974; Козлова, 1974). Все большее значение придается также диатомеям, которые, как сейчас представляется, в северных районах могут играть такую же важную для стратиграфии роль, какую играют планктонные фораминиферы в тропическом поясе (Жузе, 1962, 1969, 1974; Koizumi, 1973a, б; Schrader, 1973). Особенно перспективной эта группа выглядит для северо-восточных районов Азии, где диатомиты слагают мощнейшие толщи.

Говоря о большой роли планктона, нельзя вместе с тем сбрасывать со счета и бентосную фауну (моллюсков, фораминифер, морских ежей и пр.), которая до сих пор остается одной из ведущих, если не главной, при разработке региональных стратиграфических шкал и которая во многом помогает и при достаточно широких корреляциях. В настоящее время наступил новый период ее изучения, основанный на выявлении этапности развития фауны не только в замкнутых, но и в открытых бассейнах, и расшифровке зависимости древних комплексов от палеогеографической обстановки.

Крайне важное значение для увязки стратиграфических шкал получает также изучение остатков древних млекопитающих. Это одна из тех групп, которая относительно быстро менялась во времени и поэтому при накоплении соответствующих данных может позволить подробно расчленить многие третичные горизонты. В некоторых случаях в широких корреляциях определенную роль играют палеоботанические материалы, в частности, для проведения плиоцен-плейстоценовой границы.

Комплексное изучение различных групп и увязка данных по ним позволяют строить корреляционные схемы более объективно и, что также очень важно, намечать сопоставления даже в тех случаях, когда некоторые из этих групп отсутствуют в толщах.

Однако для целей стратиграфии используются не только "чисто" биостратиграфические данные. В настоящее время все больший интерес вызывают палеоэкологические и палеогеографические материалы, позволяющие детализировать корреляции в пределах отдельных районов и целых бассейнов. В этих исследованиях важная роль отводится палеоклиматическим реконструкциям, которые используются в ряде случаев и для широких сопоставлений (Шварцбах, 1955; Страхов, 1963; и др.). Палеоэкология и палеогеография помогают, в частности, выделять стратиграфические подразделения в разных фациях, в чем так нуждается практика. Особенно остро этот вопрос встает при анализе толщ, которые накапливались в разных палеогеографических обстановках. Обнадеживающие результаты в этом отношении были получены на Камчатке и Сахалине, в Японии и Северной Америке. Новые палеогеографические данные опубликованы недавно и по Северной Атлантике⁷.

Но последние годы ознаменовались не только успехом "традиционных" методов стратиграфии (палеонтологического, палеогеографического и др.). Чрезвычайно важное значение в разработке кайнозойской стратиграфии приобрели новые — физические методы. Их использование впервые позволило перейти к хронологической оценке ярусов и зон и, с другой стороны, — к еще более достоверным глобальным корреляциям. Трудно переоценить постоянно увеличивающиеся материалы по определению радиологического возраста горных пород — они делают корреляционные построения более надежными. Но столь же важными представляются и данные по палеомагнетизму древних толщ, особенно для самых верхних горизонтов кайнозоя. Сейчас получены самые обнадеживающие результаты по увязке верхнекайнозойских толщ всех континентов именно на осно-

⁷ См. далее главы I и IV.

ве палеомагнитных материалов (Меннер и др., 1972). Более того, анализ палеомагнитных зон в океанических осадках позволил более достоверно сопоставить последние с отложениями континентов. Безусловно, физические методы сами по себе часто не дают однозначных результатов. Радиологические датировки иногда оказываются неточными, а палеомагнитные построения — во многом провизорными. Неполнота разрезов, перерывы в них, трудности в выявлении кратковременных "эпизодов", постоянные изменения стандартной палеомагнитной шкалы в связи с выявлением новых "эпизодов" — все это порождает множество вариантов сопоставлений, выбрать из которых наиболее реальный весьма трудно. Вот почему без соответствующего контроля со стороны биостратиграфических данных материалы по абсолютному датированию и палеомагнетизму нередко остаются "вещью в себе". Их, видимо, надо рассматривать как дополнение, правда, очень важное, к биостратиграфическим материалам.

Таким образом, использование планктонных организмов, комплексное изучение других групп органических остатков, широкое привлечение палеогеографических данных, решительное внедрение физических методов, наконец, увязка стратиграфических данных, полученных как на континентах, так и в океанах — все это поставило стратиграфию кайнозоя в последние десятилетия на более реальную основу и позволило гораздо объективнее подойти к местным и широким корреляциям.

Достижения последних лет дали возможность по-новому осветить стратиграфию кайнозоя арктических и бореальных районов, шкалы которых, как говорилось, оставались привязанными к международной шкале достаточно условно. Здесь следует обратить специальное внимание на следующее обстоятельство. В кайнозойских отложениях названных районов планктонные фораминиферы и наннопланктон, на которых сейчас основываются зональные схемы, встречаются в незначительном количестве. Это вынуждает использовать здесь для сопоставления разрезов другие, более распространенные, в том числе бентосные, группы и заставляет искать новые пути и методы, которые в той или иной степени помогают осуществлять корреляцию в данных областях.

Среди бентосных групп здесь по-прежнему видное место принадлежит моллюскам, важное значение которых для стратиграфии нам хотелось бы специально подчеркнуть. Хотя, как нередко указывается в литературе, проведение сколько-нибудь широких корреляций по ним обычно встречает большие трудности, ибо сильные отличия комплексов разных биогеографических областей и различных климатических зон значительно препятствуют тем или иным сопоставлениям, однако частая встречаемость и хорошая сохранность остатков этой группы, вполне определенная стратиграфическая позиция комплексов, которую, как показывает практика, при соответствующем методическом подходе можно определить достаточно четко, позволяют с успехом использовать моллюсков не только при местных и провинциальных, но и более широких корреляциях.

Когда комплексы моллюсков ассоциируются с планктонными группировками (в южных районах — с фораминиферами, в северных — с диатомовыми), они получают четкую возрастную привязку и приобретают в связи с этим роль важных стратиграфических реперов. Освещению роли моллюсков в стратиграфическом расчленении кайнозоя бореальных районов будет уделено особое внимание, поскольку разбираемые ниже корреляционные схемы основываются прежде всего на малакофауне.

Прежде чем перейти к сравнительной характеристике морских верхнекайнозойских толщ аркто-бореальных районов Атлантики и Тихого океана, остановимся на биогеографической зональности и некоторых особенностях расселения современных моллюсков. Обращение к этому вопросу диктуется прежде всего необходимостью изложить принципы, которые используются автором при анализе ископаемых комплексов в следующих главах.

В настоящее время одна из задач стратиграфии состоит в выявлении степени детальности стратиграфического расчленения. Поскольку стратиграфические подразделения выделяются в основном по органическим остаткам, дробность этих единиц определяется возможностями биостратиграфии. При выделении подразделений в осадочных толщах биостратиграфу прежде всего приходится обращать внимание на изменение фаун в связи с эволюцией. Однако со всей тщательностью тот же исследователь должен изучать смену комплексов, обусловленную изменением фациального состава вмещающих толщ. Это особенно относится к бентосным фаунам, зависимость которых от фациальных условий проявляется особенно сильно. Без расшифровки причин изменения ископаемых ассоциаций в разрезах, без понимания закономерностей этих изменений, без учета факторов, влиявших на формирование и расселение тех или иных древних комплексов, строить сколько-нибудь достоверные и детальные стратиграфические схемы практически невозможно.

Среди факторов, непосредственно сказавшихся на облике ископаемых сообществ, важнейшими были, конечно, палеогеографическая зональность и палеоэкологические особенности того или иного бассейна и его различных частей. Поэтому не кажется случайным, что в последние годы появилось много трудов, посвященных не только разработке вопросов эволюции фаун, но и проблемам практического использования палеогеографической и палеоэкологической методик, которые позволяют проследивать стратиграфические подразделения в разных фациях и выделять дробные подразделения на основе этапности геологического развития бассейнов.

Для выявления многих закономерностей развития и распространения в разрезах кайнозойских моллюсков, которые широко используются для разработки региональных стратиграфических шкал, большое значение имеют данные, освещающие особенности расселения современной фауны (Peterson, 1913; Гурьянова, 1957; Thorson, 1957; Филатова, 1957; Голиков, Скарлато, 1967); многие важные в этом отношении материалы отражены в сводках Экмана (Ekman, 1935, 1953), Л.А. Зенкевича (1963) и других исследователей.

К сожалению, в отечественной литературе таких сводок по расселению морской фауны мало, в связи с чем палеонтологам и палеоэкологам приходится самим "выуживать" их из отдельных журнальных статей. Поскольку для кайнозойской биостратиграфии и палеогеографии сведения о расселении современного бентоса имеют большой интерес, представилось полезным специально осветить некоторые его особенности.

Много ценного на этот счет уже опубликовано: выделение двух различных групп бентоса — эпифауны и инфауны, установление тесных взаимоотношений между средой и донными сообществами, выявление экологических и других связей в последних, сведения о конституции биоценозов и т.д. — все это можно найти в упомянутых работах Л.А. Зенкевича, Петерсона, Торсона, которые по праву можно считать классическими. Недавно интересное исследование на эту тему провел Штраух (Strauch, 1972a), чьи данные мы частично в дальнейшем используем⁸. В дальнейших разделах главы при анализе особенностей расселения современной малакофауны учитывается прежде всего моллюсковая часть биоценозов, ибо, как говорилось выше, именно на ископаемых комплексах моллюсков автор основывает многие свои биостратиграфические и палеогеографические выводы.

⁸ В этом же отношении несомненный интерес представляют материалы недавно прошедших в ЗИН АН СССР совещаний — "Гидробиология и биогеография шельфов холодных и умеренных вод Мирового океана" (1974 г.) и "Моллюски, их система, эволюция и роль в природе" — 5-е Всесоюзное малакологическое совещание (1975 г.).

Расселение моллюсков, как и других групп, определяется прежде всего законом географической, или широтной, зональности, впервые широко использованным для биогеографического районирования морей Ортманом и Экманом (Гурьянова, 1972). Этот закон лежит в основе выделения зон (или поясов) — арктической, бореальной и экваториальной (с тремя подзонами), нотальной и антарктической; выделения областей (Арктической, Атлантической, Индо-Тихоокеанской, Антарктической) с отдельными провинциями, округами (рис. 3).

Один из последних вариантов зоогеографического районирования материковой отмели Северного полушария недавно был предложен Е.Ф. Гурьяновой (1972). Используя схемы районирования Ортмана и Экмана, основанные на климатическом и генетическом⁹ принципах, Е.Ф. Гурьянова в своей схеме постаралась использовать ранг и степень эндемизма фауны (рис. 4). Не разбирая подробно достоинства и недостатки этой схемы, обратим внимание на важное для нас обстоятельство. Оно состоит в том, что к югу от Арктической области выделены две бореальные области — Североатлантическая и Северотихоокеанская, которые южнее граничат соответственно с Центральноамериканской, Лузитанско-Средиземноморской, с одной стороны, и Индо-Вестпафической и Центральноамериканской — с другой. Область, по Е.Ф. Гурьяновой, — это основная зоогеографическая категория, которая наиболее четко ограничена и обладает хорошо выраженным генетическим единством фауны; она распадается на подобласти и провинции, для которых характерны соответственно родовой и видовой (и подвидовой) эндемизм (рис. 5). Таким образом, из этой схемы следует — и это часто справедливо подчеркивалось во многих ранних работах зоогеографов, что фауны Атлантики и Тихого океана достаточно сильно отличаются друг от друга и в каждой из акваторий имеется много провинций, которые также обнаруживают резкие отличия.

Однако, признавая важное значение фактора "провинциальности" в формировании фаун, мы не должны забывать о более универсальном — фоновом законе климатической (широтной) зональности, которая прежде всего и определяет облик тех или иных ассоциаций организмов на поверхности Земли (Докучаев, 1899; Берг, 1918, 1931; Ekman, 1935).

В свое время Торсон назвал температуру "фактором-мастером", считая ее одним из самых существенных абиотических факторов, вызывающих наиболее важные изменения фауны, которые связаны прежде всего со сменой климатических поясов. Именно климатическая обстановка в первую очередь обуславливает определенное "жизненное пространство" какой-либо группы, и только на этом "фоне" может рассматриваться модифицирующее воздействие на расселение бентоса таких факторов, как условия питания, характер дна, соленость и т. п.

Для моллюсков важнейшим жизненным фактором является температура, при которой они размножаются и развиваются. Даже эвритермные организмы обычно обнаруживают стенотермные раннеонтогенетические стадии. Исключение представляют лишь немногие формы, которые на ранней стадии развития "терпимы" к разнообразной температуре (например, космополит *Niatella arctica*). Поэтому, по мнению ряда исследователей, в определении границ биогеографических провинций, устанавливаемых по моллюскам, наибольшее значение имеют не среднегодовые температуры воды и северная граница климатической зоны, как это часто принимается, а амплитуда и продолжительность максимально низких температур воды зимой и длительность периода, благоприятного для развития и роста молоди (Clarence, 1964). В умеренных широтах близким к оптимальному оказывается диапазон между летними температурами у северных границ видовых ареалов и зимними температурами — южных (Голиков, Скарлато, 1972).

⁹ В данном случае "генетический" подход означает использование для районирования данных по истории акватории и происхождению тех или иных элементов фауны.

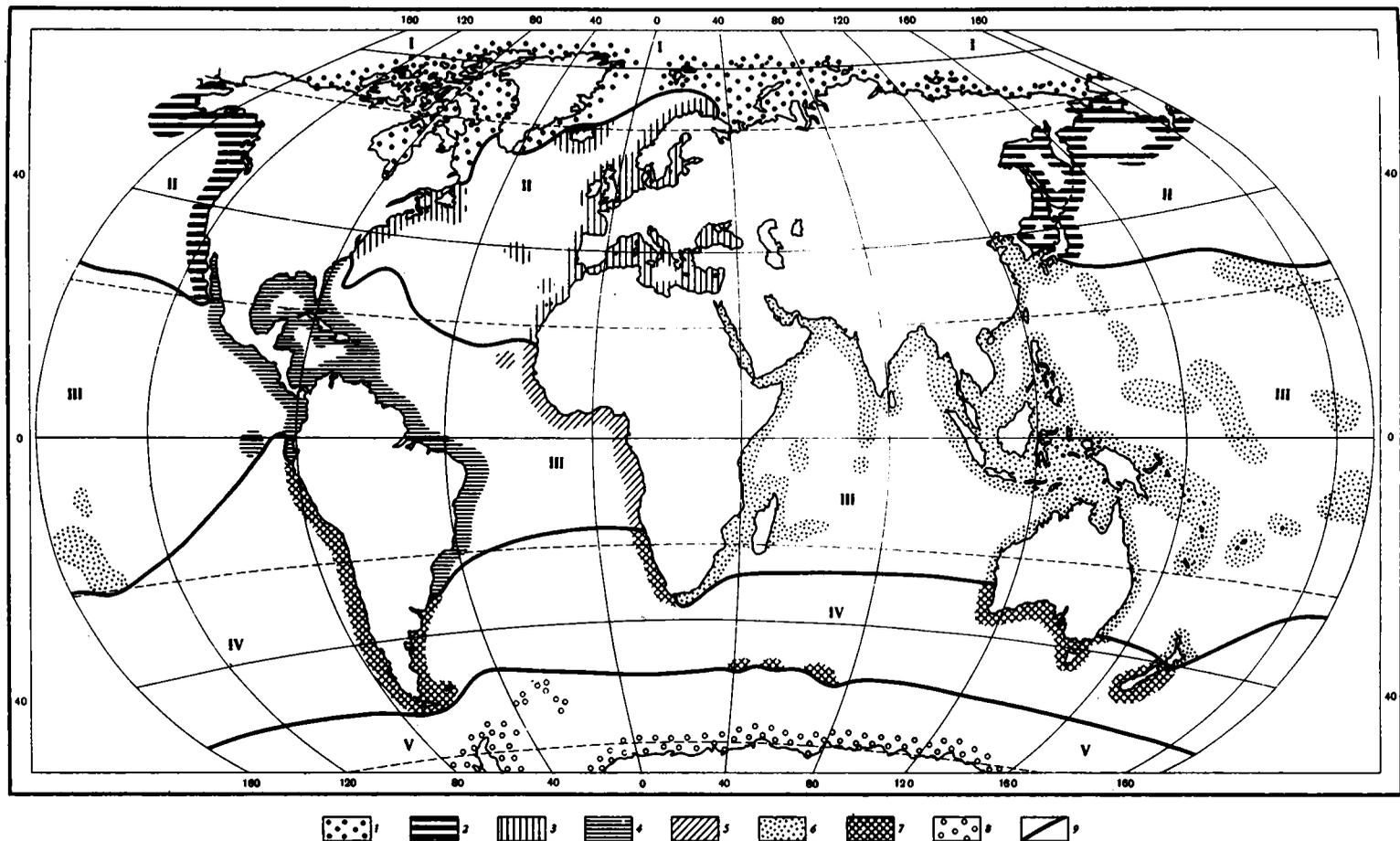


Рис. 3. Зоогеографическое районирование Мирового океана — до глубины 400 м (Богоров, 1969)

I-V — биогеографические зоны: I — арктическая, II — умеренная (бореальная), III — тропическая, IV — умеренная (нотальная), V — антарктическая;
 1-8 — шельфовые зоны районов: 1 — арктических, 2-3 — бореальных (2 — Тихого океана, 3 — Атлантического океана), 4-6 — тропических (4 — Америки, 5 — Западной Африки, 6 — Индийского и Тихого океанов), 7 — нотальных, 8 — антарктических; 9 — границы биогеографических зон

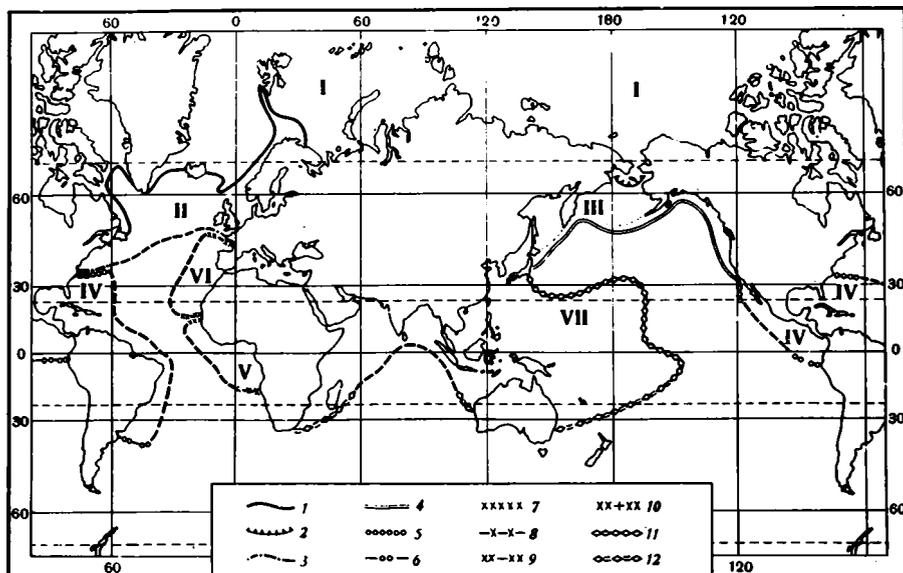


Рис. 4. Зоогеографическое районирование материковой отмели Северного полушария (Гурьянова, 1972)

Области и их границы. I – Арктическая: 1, 2 – южная граница (1 – в Атлантическом океане, 2 – в Тихом океане); II – Североатлантическая бореальная: 3 – южная граница; III – Северо-тихоокеанская бореальная: 4 – южная граница; IV – Центральноамериканская тропическая: 5 – северная граница, 6 – южная граница; V – Гвинейская тропическая: 7 – северная граница, 8 – южная граница; VI – Средиземноморско-Лузитанская: 9 – северная граница, 10 – южная граница; VII – Индо-Вестпацифическая: 11 – северная граница, 12 – южная граница; остальные границы нанесены пунктиром

Некоторые аспекты влияния климата на особенность расселения комплексов моллюсков хорошо видны из следующих примеров.

1. Климатическое влияние на расселение органического мира, в том числе и моллюсков, проявляется прежде всего в количественном различии отдельных групп и видов организмов в разных широтах ("правило Уоллеса"). Если полярные области характеризуются относительно однообразной фауной, то с приближением к тропикам она делается несравненно многообразней. Количество современных видов моллюсков в северо-восточной части Атлантики, по данным Оккельмана, Сарса, З.А. Филатовой, Штрауха и др., составляет:

Восточная Гренландия	56	Англия, Ирландия	184
Восток Баренцева моря	76	Португалия	208
Исландия	106	Франция, Средиземное море	238
Северная Норвегия	135	Западная Африка	259

Данные по распределению моллюсков на восточнотихоокеанском побережье (Кееп, 1937), на западном и восточном берегах Америки (Фишер, 1964), в Восточной Атлантике (Strauch, 1972) наглядно свидетельствуют о ярком проявлении этой закономерности. Однако необходимо указать, что это проявляется главным образом на эпифауне. Количество видов инфауны остается, как правило, во всех климатических зонах достаточно близкими (Thorson, 1957) (рис. 6).

2. Климат сказывается еще на одном важном обстоятельстве: при уменьшении количества видов число индивидуумов в таксонах (и соответствующая биомасса) часто увеличивается к умеренным широтам. Моллюски в этом отношении не являются исключением. Материалы, посвященные современным *Masoma*, *Hiatella*, *Arctica*, хорошо подтверждают эту закономерность.

Рассматривая обе закономерности вместе, можно прийти к выводу, что практически число таксонов на определенных широтах часто обратно пропорционально числу индивидуумов в них.

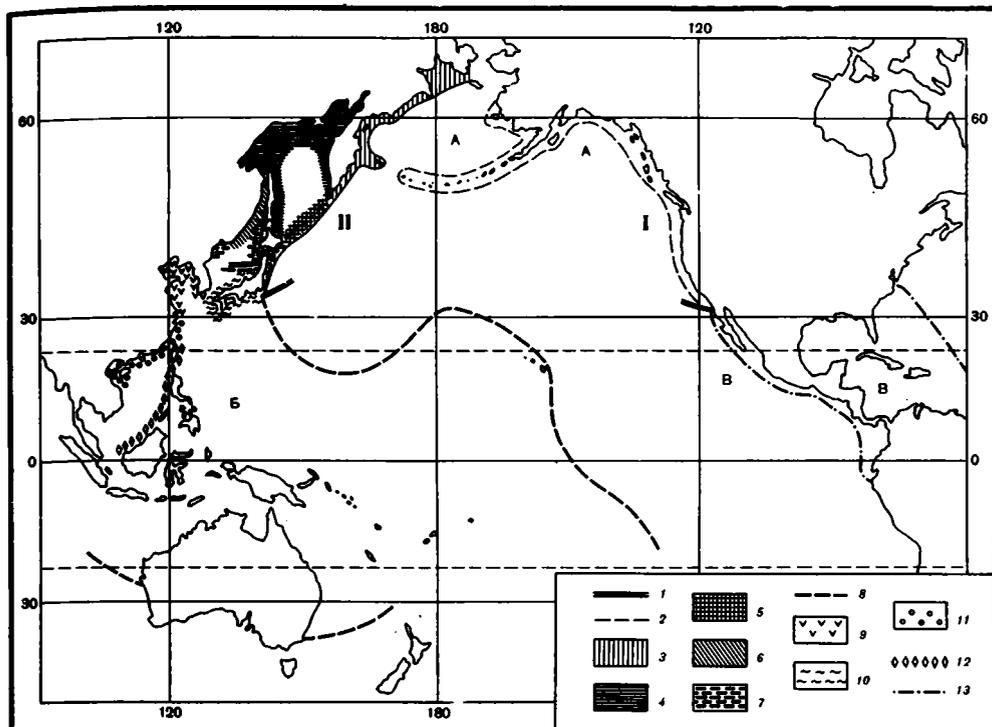


Рис. 5. Зоогеографическое районирование северо-западной части Тихого океана (материковая отмель) (Гурьянова, 1972)

А – Северотихоокеанская бореальная область (1 – южная граница), подобласти: I – Орегонская (2 – южная граница), II – Дальневосточная: 3–7 – провинции (3 – Берингоморская, 4 – Охотоморская, 5 – Курильская, 6 – Северо-Западная Япономорская, 7 – Юго-Восточная Япономорская); Б – Индо-Вестпаифическая тропическая область: 8 – границы, 9–12 – провинции (9 – Желтоморская, 10 – Южнойпонская, 11 – Хайнаньская, 12 – Малайская); В – Центральноамериканская тропическая область: 13 – границы

3. В южных, более теплых, зонах содержание CaCO_3 в скелетах морских организмов (животных и растений) более высокое, нежели в холодных зонах (Шварцбах, 1955). Оно уменьшается в низкотемпературных водах из-за большей растворимости в них CO_2 . Среднее содержание CO_2 падает и с глубиной. Поэтому совсем не случайно, что в верхних горизонтах моря вблизи экватора отмечается больше выделяющих известь форм, чем в полярных областях. С другой стороны, широко известен факт уменьшения толщины раковин моллюсков по мере приближения к полюсу: обычно северные и глубоководные моллюски имеют более тонкую раковину. На эту тенденцию могут накладываться некоторые исключения. Часть из них связана с тем, что моллюски, обитающие в грунте, часто не обнаруживают закономерности в утолщении или утоньшении раковин, которая более типична для организмов, живущих на грунте. Другая часть исключений обуславливается, по-видимому, повышенным или пониженным содержанием солей в воде, непосредственно влияющим иногда на толщину раковин, а также в ряде случаев спецификой обстановки осадконакопления (различные скорость накопления осадков, характер грунта, гидродинамика).

4. Зависимость размеров организмов от климата отмечена давно. Она отражена, в частности, в ряде "правил" или "законов" (например, правило Бергмана), относящихся, правда, в основном к сухопутным организмам, но действующих, в принципе, и в морских районах. Эта зависимость проявляется в больших размерах тропических форм и относительно меньших размерах северных форм. Моллюски часто являются в этом отношении хорошей иллюстрацией. Так, в Арктике и Субарктике обычные размеры раковин – менее 10 мм, в то время как в тропических широтах

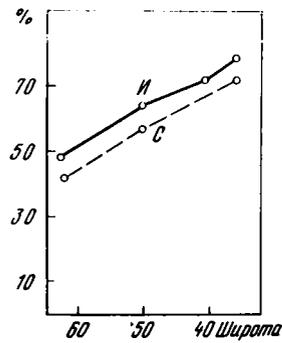
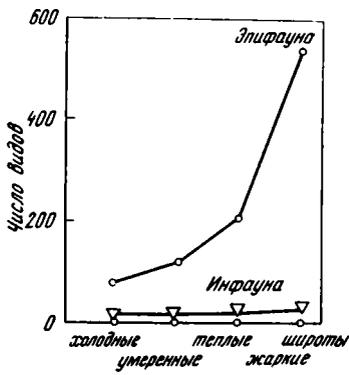


Рис. 6. Количественное различие эпи- и инфаунистических группировок современных прозобранхий в различных климатических зонах, по Торсену, с упрощением

Рис. 7. Содержание видов скульптурированных моллюсков в разных климатических зонах, % (по данным Оксельмана, Штрауха и др.)
И — ископаемые комплексы плиоцена, С — современные сообщества

более 80% видов имеют величину больше 10 мм (табл. 3). При этом заметные изменения в размерах раковин отмечаются не только между тропическими и самыми северными видами, но и между бореальными и арктическими формами (*Vaccinum*, *Masoma*, *Astarte*). Одновременно можно констатировать и другое важное обстоятельство: у определенных систематических групп уменьшение размера раковин происходит также к периферии биологически благоприятных областей их распространения (*Thais*, *Neptunea*).

Однако, несмотря на то что общая тенденция изменения размеров организмов с широтой (увеличение к тропикам) выражается в ряде случаев достаточно ярко, многие ученые отмечали обратные случаи изменения размеров (бурые водоросли, некоторые виды фораминифер, полихеты), рассматривая их иногда тоже в виде "закономерности". Судя по литературе, это относится в ряде случаев и к моллюскам. И что особенно интересно — размеры последних определяются влиянием климата, сказывающимся одновременно и на продолжительности жизни организмов; южные формы растут быстрее, раньше достигают зрелости, приобретая уже на этой стадии крупные размеры; северные же формы превосходят южные в продолжительности жизни и окончательной величине (*Cardium corbis*, *Siliqua patula*). Вместе с тем, как указал Штраух, размеры некоторых форм подвержены лишь косвенной климатической регулировке. В частности, увеличение размеров *Hiatella arctica* в арктических районах может быть связано с отсутствием конкуренции со стороны других, экологически сходных видов, которые в большом количестве присутствуют в бореальных районах, что, видимо, и приводит здесь к уменьшению числа и размеров раковин *Hiatella*.

В конечном счете размер раковин зависит от условий развития тех или иных видов, т.е. от сочетания абиотических и биотических факторов.

5. В холодных водах заметно замедляются рост и созревание организмов и одновременно часто достигается высокая продолжительность жизни (в несколько раз большая, чем в южных широтах). Пониженная активность зимой и нехватка пищи могут приводить к периодическим замедлениям роста. Поэтому на раковинах большинства моллюсков холодных и умеренных областей часто можно наблюдать четкие годовые кольца. Относительно большая продолжительность жизни у некоторых форм может привести к значительной изменчивости, непосредственно определяемой температурой среды.

6. Раковины моллюсков из теплых вод обладают значительно более богатой скульптурой, чем раковины холодноводных моллюсков. Поэтому не случайно, что сильно скульптурированные виды практически отсутствуют в полярных водах, зато их число быстро возрастает — до четверти всей фауны — к субтропикам и еще бо-

Таблица 3

Сравнение по величине раковин моллюсков из разных климатических областей, по данным Николла и Штрауха

Регион	Число- видов	Величина, мм		Распределение раковин по величине, %			Средняя температура, °С
		средняя	максимальная	1-10 мм	10-20 мм	100 мм	
Арктика	36	16,9	90,0	61,10	19,0	0	0
Восточная Гренландия	56	26,3	100,0	28,5	17,8	0	0
Исландия	87	31,8	160,0	29,9	20,7	4,0	4-8
Западная Флорида	152	38,6	260,0	14,5	26,3	5,9	20
Пуэрто Рико	206	36,6	280,0	18,9	19,9	3,5	26
Северная Панама	558	39,9	290,9	12,7	17,9	5,4	26
Марокко	164	43,4	300,0	12,8	18,9	6,1	16-24
Западная Африка	157	54,4	450,0	8,9	10,2	7,6	20

Таблица 4

Зависимость (в %) степени скульптурированности раковин моллюсков от приуроченности к разным климатическим зонам, по данным Оккедьмана, Сарса, Штрауха и др.

Регион	Общее число видов	Скульптура раковины		
		гладкая	слабая	интенсивная
Современные сообщества				
Восточная Гренландия	56	59,0	39,1	1,7
Северная Норвегия	135	53,0	32,6	14,0
Великобритания	184	44,0	24,8	21,2
Атлантическое побережье Северной Африки	159	28,3	45,9	25,8
Ископаемые сообщества				
Северная Исландия, плиоцен-плейстоцен	65	52,3	43,1	4,6
Англия, Исен	44	47,7	50,0	2,3
Англия, Красный Краг	118	43,2	46,6	10,2
Англия, Кораллиновый Краг	153	36,6	53,6	9,8
Северная Италия, плиоцен	243	31,0	54,3	15,7
Португалия, плиоцен-плейстоцен	75	29,3	46,7	24,0
Марокко, плиоцен-плейстоцен	244	26,0	45,0	29,0

лее — к тропикам (рис. 7, табл. 4). Отметим, что наиболее низкая температура, при которой еще образуются иглы на раковинах, равна 10°C; длина игл увеличивается с повышением температуры (Nicol, 1967).

7. Климат часто и исключительно сильно (хотя и не совсем прямо) сказывается на форме раковин. Представители одного и того же вида в разных климатических областях нередко настолько отличаются друг от друга, что их принимают за разные виды. Если, к примеру, раковина арктической *Tridonta borealis* имеет замкнутые правильные очертания, относительно округлена, ее макушка отодвинута назад, лунка едва заметна, скульптура проявлена в задней части раковины, ребра низкие, плотные, неправильные, то бореальные формы *Tridonta* характеризуются равномерно распределенными ребрами и более вытянутой раковиной. Иногда различия в форме раковины (из-за ее уплощения и соответственно уменьшения объема) могут привести к различиям биомассы вида в разных широтах (Зенкевич, 1963). Напри-

мер, коэффициент выпуклости у *Masoma balthica* заметно изменяется, по Штрауху, при движении с севера на юг: от 0,195 в Баренцевом море до 0,240 в южной части Северного моря. При анализе формы раковин необходимо, однако, учитывать возможность ее изменчивости у некоторых индивидуумов на периферии ареала вида, где возможны отклонения формы, связанные и с иными причинами.

8. Климатическое влияние сказывается и на окраске раковин. В принципе, если раковины тропических моллюсков обычно окрашены ярко и пестро, то северные формы имеют скромную одноцветную окраску. Разница в окраске часто отмечается для форм одного и того же вида и в соседних климатических поясах, в частности в бореальном и арктическом (например: красные, желтые раковины *Masoma balthica* в Северном море и белые раковины того же вида в арктической области). Существуют сведения, что при температуре моря ниже 12° в самый теплый месяц цветные узоры на раковинах моллюсков отсутствуют вообще (Nicol, 1964, 1967).

9. Климат сказывается также и на количестве видов, которые прикрепляются цементом к твердому основанию. В полярных водах таких видов практически нет, они появляются только в более теплых районах. Одна из причин этого, возможно, заключается в небольшом количестве CaCO_3 , вырабатываемом северными видами с обычной для них тонкой раковиной. Одновременно при приближении к полюсу заметно уменьшается число сверлящих моллюсков.

Вместе с тем необходимо учитывать, что наличие прикрепляющихся форм часто зависит от экологических условий: совершенно очевидно, что прибрежные фауны значительно богаче сессильным бентосом, нежели относительно глубоководные.

10. Климат является одним из важных регуляторов питания моллюсков как в ранние стадии развития, так и в стадии зрелости. Он практически определяет для каждой широты специфические ресурсы питания, которые соответственно и используются моллюсками. Этим в целом определяется специфика питания в каждом климатическом районе. Если в арктических широтах растительным детритом питаются до 25% мелководных (литоральных) видов (*Masoma* и др.), в бореальном — 13,5%, то в тропиках — только 4%. В то же время при движении к тропикам увеличивается процент видов, питающихся органическим материалом не только из суспензии, но и из грунта (Strauch, 19726).

11. Распространение организмов в большой степени зависит от длительности личиночной стадии их развития и подвижности личинок. Многие из моллюсков имеют планктонные личинки, которые способны широко распространяться и которые питаются обычно растительным детритом. Климат в этом случае выступает в качестве регулирующего фактора, в тот или иной период способствуя или, наоборот, ограничивая расцвет фитопланктона, что прямо влияет и на расселение личинок моллюсков.

Кроме того, климат в принципе определяет количество видов с планктонной личинкой и одновременно длительность жизни личинок. Если планктотрофная личиночная стадия у многих полярных организмов сильно уменьшена, а у протозоофильных пелагических стадий даже отсутствуют, то в относительно теплых водах виды с личинками, живущими относительно долго (до трех недель) и питающимися планктоном, получают уже большое значение. По данным Торсона и Штрауха, процент видов, размножающихся таким образом, возрастает от Арктики к тропикам от 0 до 85%. Сходные данные для двустворок приводит Оккельман (Ockelmann, 1965). В связи с тем что размер протококсов и продиссококсов зависит от размера личинок (и яиц), характер макушки раковины гастропод свидетельствует о некоторых особенностях личиночной стадии. Размеры же личинок и яиц прямо зависят от климатических особенностей (Thotson, 1936).

12. Многие исследователи обращают внимание еще на одно обстоятельство, связанное с климатом: если в арктических районах раковины моллюсков относительно редко сильно обрастают водорослями, микрофауной и т.п., то в более теплых водах, где подрастающие моллюски более многообразны, это обрастание заметно увеличивается, а в тропиках створки раковин часто полностью маскируются приросшими к ним организмами.

Отметим, что местные причины могут в ряде случаев осложнять проявление климатической зональности. Например, известно своеобразие донных ассоциаций тропических районов вблизи границы с умеренной зоной где на глубине около 200 м появляются организмы бореальных широт и зона "перекрывтия" в этом своеобразном "слоеном пироге" достигает 5–10° по широте (Uozumi, 1962)¹⁰.

Это же проявляется и в становлении биоценозов на различных батиметрических уровнях моря, когда в связи с вертикальной зональностью происходит определенное расхождение организмов по разным зоогеографическим группировкам. Интересные в этом отношении сведения приведены по заливу Посьет (Японское море), где на мелководье фауна субтропическая, на глубинах 30–40 м — южно-бореальная, а в пределах 60–100 м — бореально-арктическая (Голиков, Скарлато, 1967). Однако о вертикальной зональности речь пойдет дальше.

ИЗОПАЛЕОЦЕНОЗЫ И ТРОФИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ

В последнее время, особенно после работ Торсона 50-х годов, большое внимание стало уделяться анализу изобиоценозов и зональности, связанной с их распространением. Еще в начале века было отмечено (Peterson, 1913), что одинаковые типы грунтов в значительной степени обуславливают формирование определенных типов биоценозов; в нашей стране на решающее значение грунта в распространении бентоса давно указывал С.А. Зернов. Как было показано Торсоном (Thorson, 1957), в изобиоценозах различных климатических районов часто преобладают викарирующие виды одних и тех же родов. Так, представители *Masoma*, обычно тяготеющие к илистым грунтам, распространены практически от северного полюса до южного; в литературе отмечены также "переходы" сообщества *Venus* от Гренландии к Персидскому заливу (данные Торсона и др.). Вследствие того что грунты в значительной степени влияют на становление определенных пищевых группировок бентоса, для анализа фауны широко стал использоваться именно трофический признак — трофическая зональность (Савилов, 1961). Трофическая зональность является отражением ряда сходных приспособительных особенностей, которые возникают в связи со сходным образом жизни у организмов различных систематических групп. Главным моментом, определяющим такую зональность, являются особенности характера питания животных, которые зависят от многих факторов: пищи, рельефа дна, циркуляции вод, степени их насыщенности взвешенным материалом, богатства органическим веществом поверхностного донного осадка, скорости осадконакопления, механического состава грунта, аэрации. Определенное сочетание всех факторов приводит к образованию четырех трофических зон.

Эти зоны недавно были охарактеризованы у Восточной Камчатки (Кузнецов, 1963). Первая зона — неподвижных сестонофагов — приурочена обычно к районам массового развития фильтратов, способных фильтровать большие объемы воды для получения пищи. Она расположена в наиболее мелководных прибрежных участках (0–50 м), где преобладают валунно-галечные и жесткие грунты, отмечаются сильные придонные течения и где в воде находится много взвеси. Из моллюсков типичными для этой зоны являются *Mytilus*, *Musculus*, *Niatella* и др.

Вторая зона — подвижных и малоподвижных сестонофагов — охватывает районы развития организмов с более слабыми ловчими аппаратами. Из моллюсков в ней доминируют *Astarte*, *Cardium*, *Serripes* и другие, которые распространены преимущественно на глубинах 0–100 м на песчаных грунтах, в условиях менее интенсивной подвижности вод, которая, однако, достаточна для поддержания во взвешенном состоянии в придонном слое основной массы органического сестона.

Третья зона — собирающих детритофагов — объединяет районы массового развития *Masoma*, *Acila*, *Yoldia*, *Tellina* и других, т.е. форм, которые, как правило, имеют

¹⁰ Японские исследователи указывают также на большую роль морских течений, способствующих формированию подобных донных ассоциаций. Вопрос о значении течений для расселения морских моллюсков специально разбирался Торсоном (Thorson, 1961).

специальные органы для обшаривания окружающего пространства и собирания находящегося на его поверхности органического детрита. Районы их обитания характеризуются слабыми природными течениями, в связи с чем процессы оседания органической взвеси превалируют над процессом ее переноса. Область максимального развития зоны совпадает с участками алевролитовых грунтов нижней сублиторали — верхней батии (100–200, иногда до 300 м и более).

Четвертая зона — грунтоедов — охватывает участки преобладающего развития форм, питающихся детритом и органическим веществом, которые они заглатывают безвыборочно, поселяясь на тонких грунтах, в условиях малоподвижных вод, нередко с высоким дефицитом кислорода (батииль). Моллюсков здесь мало.

В общей схеме трофическая зональность весьма четко выдерживается в пределах всей зоны сублиторали Берингова и Охотского морей (Савилов, 1961; Нейман, 1963), а недавно А.П. Кузнецов предпринял безуспешную попытку проследить эти зоны и в масштабе Мирового океана (Кузнецов, 1964). При этом выяснилось, что зона неподвижных сестонофагов имеет сравнительно небольшие разорванные ареалы, разделенные существенными по протяженности интервалами. Зона малоподвижных и подвижных сестонофагов представлена более "устойчивыми" широкими ареалами. Но самое широкое, практически планетарное площадное распространение имеет зона собирающих детритофагов, которая прослеживается во многих морях Мирового океана (с представителями *Macoma*, *Yoldia*, *Nucula* и др.).

Сходные глубины и характер осадков дна, идентичные величины придонных температур и ряд других абиотических факторов, отмечаемых в разных морях, обуславливают формирование таких бентосных ассоциаций, которые обнаруживают близость по составу ряда руководящих форм, их экологическому облику и зоогеографической характеристике и которые Торсон назвал "параллельными сообществами" (Торсон, 1950, 1957). В отечественной литературе для ископаемых сообществ, основанных на их приуроченности к определенному типу биотопа, Р.Л. Мерклин ввел термин "изопалеоценоз".

При анализе трофических зон следует учитывать, что названные типы группировок встречаются также и на больших глубинах (в связи с неровностью океанического дна, действием морских течений и пр.) и это приводит к многократному чередованию зон в глубоководных морях, хотя в целом с глубиной увеличивается роль детритоедов (Соколов, 1964).

ВЕРТИКАЛЬНАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ

На формирование биоценозов и состава входящих в них моллюсков сильное влияние оказывает, помимо климатической зональности, вертикальная зональность, обусловленная изменением многих показателей водной среды и связанных с ней факторов (температуры, солености, содержания кислорода, количества и качества пищи, грунтов и т.д.). О важном значении вертикальной зональности писали многие ученые, начиная с Форбса и Одиуна. Много ценных в этом отношении исследований провели в конце XIX — начале XX вв. наши соотечественники С. Герценштейн, Н.М. Книппович, С.А. Зернов, К.М. Дерюгин и др. Однако роль вертикальной зональности особенно ярко была подчеркнута в гидробиологических работах последних двух десятилетий (Ушаков, 1953; Гурьянова, 1957; Зенкевич, 1963; Кузнецов, 1963; Голиков, Скарлато, 1967).

1. Как показывают эти работы, основная масса моллюсков приурочена к литорали и сублиторали и лишь в меньшей мере — к батии. Эти горизонты морского дна отличаются повышенной биомассой и плотностью моллюсков (рис. 8).

2. Многочисленными исследованиями установлено также, что с глубиной в биоценозах происходит значительное уменьшение количества и систематического ("качественного") разнообразия моллюсков. Сказанное хорошо иллюстрируется на рис. 9, где видно, что наиболее высокие показатели биомассы отмечаются в зоне 0–50 м; остальная часть моллюсков приурочена в основном к глубинам 50–500 м, причем наибольшие относительная и абсолютная средние биомассы отмечаются в зоне глубин 100–200 м.

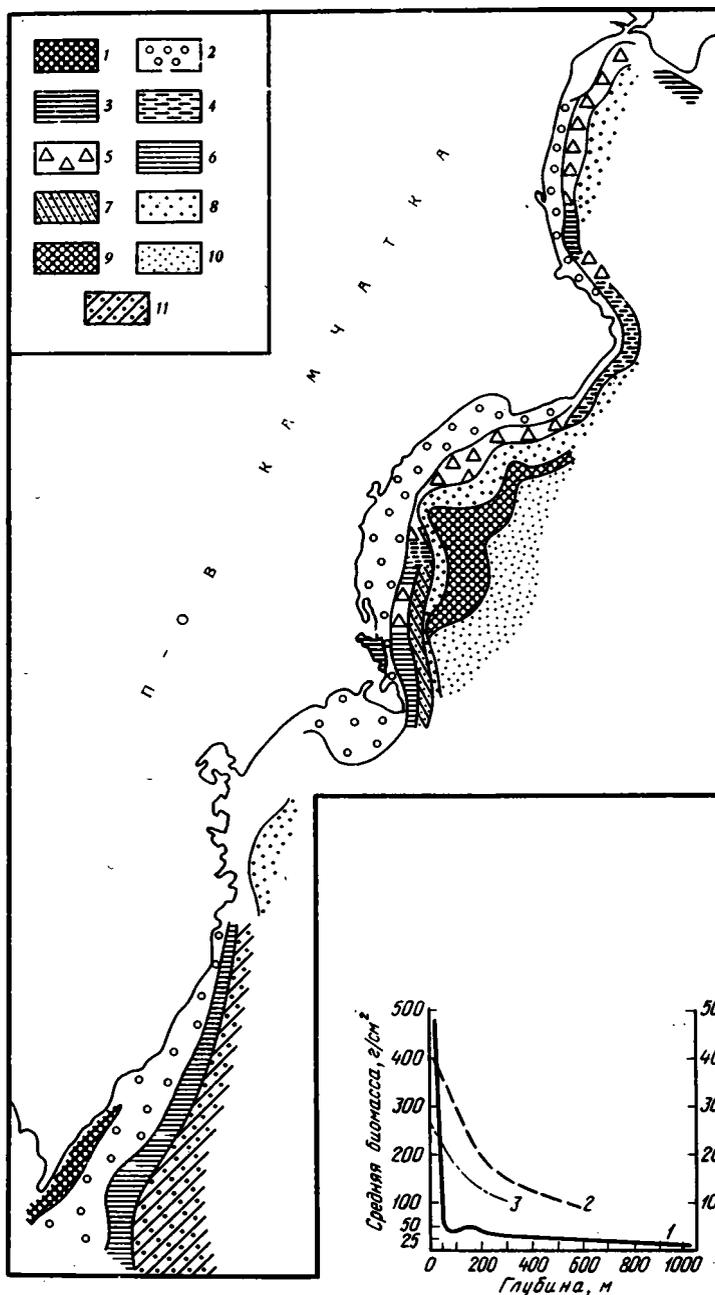


Рис. 8. Распространение биоценозов у берегов Восточной Камчатки (Кузнецов, 1963)

1 – *Modiolus modiolus* + *Mytilus edulis* + *Spongia* + *Hydroides*; 2 – *Echinarachnius parma*; 3 – *Astarte rollandi*; 4 – *Astarte alaskensis*; 5 – *Macoma calcarea*; 6 – *Clinocardium ciliatum*; 7 – *Astarte ioani*; 8 – *Brisaster townsendi*; 9 – *Acila castrensis*; 10 – *Rhodine gracillior* + *Pista vinogradovi*; 11 – *Ampelisca macrocephala*

Рис. 9. Зависимость содержания биомассы и числа наиболее распространенных видов моллюсков от глубины (составлено по материалам А.П. Кузнецова для берегов Восточной Камчатки)

1 – биомасса; 2 – общее количество видов; 3 – наиболее распространенные виды

3. С уменьшением общей биомассы по мере роста глубины связана и другая закономерность – изменение в соотношении основных составляющих эту фауну экологических подразделений. Вблизи берегов, где развиты жесткие грунты, обильное распространение получают сессильные (неподвижные) формы эпифауны. На глубинах 50–100 м (песчаные грунты) преобладают представители вагильного (подвижного) бентоса. Дальнейшее увеличение глубины – до 500 м и более (глинистые осадки) приводит к резкому преобладанию инфауны.

4. В связи с тем что конкретные биоценозы формируются в условиях строгого сочетания абиотических факторов, а последние, в принципе, меняются с глубиной, не кажется случайным, что в глубь моря меняется и состав донных сообществ (и их моллюсковой части). Тяготение биоценозов к более или менее определенным глубинам дна часто обуславливает их поясное расположение вдоль береговой линии и последовательную смену в глубину (см. рис. 8). Такие узкие пояса могут прослеживаться на многие десятки и даже сотни километров, хотя в силу локальных условий (рельефа дна, очертания берега и др.) эта тенденция местами нарушается.

5. При анализе моллюсков, входящих в состав биоценозов, и особенностей их развития на площади выяснилось, что комплексы моллюсков сублиторали (особенно ее верхней зоны) характеризуются изменчивым составом; в нижней же сублиторали и батиили их состав более устойчив. Это обстоятельство не требует специального объяснения: в верхней сублиторали моллюски обитают в более разнообразных условиях по сравнению с относительно глубоководными формами, которые тяготеют к глубинам с более выравненными условиями обитания.

6. Значительная изменчивость эпифауны в противоположность менее разнообразной инфауне прежде всего отражает более тесную связь первой с климатом. В принципе, мелководные, т.е. верхнесублиторальные – литоральные моллюски более ярко и рельефно связаны с климатом и поэтому являются лучшими климатическими индикаторами, нежели глубоководные моллюски, связь с климатом которых более косвенна.

7. Не кажется случайным, что лучше на площади прослеживаются биоценозы (и их моллюсковая часть) нижней сублиторали – верхней батиили; биоценозы верхней сублиторали, сильнее зависящие от климата, очертания берегов и т.п., обнаруживают в этом отношении не только большую изменчивость, но и прерывистость.

8. Необходимо учитывать также, что на расположение донных биоценозов (и соответственно трофических группировок) существенное влияние оказывает характер шельфа. На более крутом шельфе биоценозы расселяются на несколько больших глубинах, нежели соответствующие биоценозы пологих участков шельфа. Кроме того, в принципе, на крутом шельфе (Восточная Камчатка) биоценозы, как правило, располагаются в виде более или менее выдерживающихся в плане поясов, а на пологом шельфе (Берингово море) в их площадном распространении отмечается "пятнистость" ("мозаичность").

9. Анализ особенностей распространения моллюсковой части биоценозов мы окончим замечанием о влиянии интенсивности осадконакопления на расселение моллюсков, которое в ряде случаев связано с вертикальной зональностью непосредственно, но в других случаях – лишь косвенно. Из работ гидробиологов вытекает, что биологическая продуктивность бентоса прежде всего является функцией аккумуляции. Аккумуляция (степень накопления органического вещества, солей, коллоидов, ила, гравия и т.п.) до известных пределов положительно влияет на рост биомассы бентоса, однако в случае "гипераккумуляции" фауна угнетается. Примером служат слабо заселенные участки морского дна в местах интенсивного осадконакопления – в устьях рек и пр. (Зенкевич, 1963).

Высокий темп процессов седиментации – одна из причин бедности моллюсков и в глубоководных желобах (Беляев, 1966). Естественно, что скорость и интенсивность осадконакопления обусловлены в большей степени характером источников размыва на дне, интенсивностью размыва, деятельностью рек, тектоническим и географическим положением той или иной области и т.д. (Марковский, 1966; и др.).

Недавно был рассмотрен вопрос об анастрофическом захоронении двустворок (Kranz, 1974). Было выявлено, что быстрое осадконакопление приводит к гибели целых сообществ. При этом оказалось, что фильтраторы страдают от захоронения больше, чем детритофаги; особи мелких размеров обладают меньшей способностью спастись от захоронения, чем большие экземпляры.

НЕКОТОРЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СТРОЕНИЯ БИОЦЕНОЗОВ

Один из самых основных вопросов гидробиологии, который привлекает внимание палеонтологов, является вопрос о внутривидовой изменчивости. Проблемы возрастной, экологической и популяционной изменчивости, непросто решаемые даже на современном материале, особенно трудны для анализа ископаемой фауны. К сожалению, в исследованиях малакологов детальному изучению этих вопросов отводится пока сравнительно немного места, хотя их данные в этом отношении несравненно богаче и объективнее соответствующих материалов палеонтологов (Майр, 1971).

Другой чрезвычайно важный вопрос, также с интересом изучающийся биостратиграфами, является вопрос о конституции биоценозов, зависимости их распространения от биологических и физических факторов. Информацию гидробиологов в этом отношении трудно переоценить, и не случайно, что именно в связи с поступлением новых сведений о современных биоценозах были сделаны существенные дополнения и коррективы и в расшифровке многих особенностей палеоценозов. Остановимся на этом моменте несколько подробнее, используя в качестве примера анализ биоценозов Восточной Камчатки (Кузнецов, 1963).

Чрезвычайно важным показателем того или иного биоценоза являются руководящие (с наибольшей средней биомассой и частой встречаемостью более чем на 70% станций) и характерные (с встречаемостью более чем на 50% станций, с несколько меньшей плотностью и биомассой) виды. Практически ареалы наиболее массовых видов представляют собой в общем ареалы определяемых ими биоценозов. Такой характер количественного распределения руководящих форм является результатом пространственного расхождения массовых видов, происходящего в процессе формирования биоценозов, т.е. если при формировании биоценозов выделяется несколько экологически близких видов, которые становятся доминирующими, они начинают территориально расходиться, образуя самостоятельные биоценозы (последнее и обуславливает параллелизм в распределении сообществ на дне океанов); если же такие виды остаются в одном биоценозе, они расходятся по разным экологическим нишам, ослабляя конкуренцию друг с другом.

В каждом биоценозе существует определенная группа форм, которая доминирует над остальными. В районе Восточной Камчатки и Северных Курильских островов основу бентоса составляют 67 видов. Из них 24 руководящих (8 видов моллюсков) и 43 характерных (12 видов моллюсков). Эти виды составляют 80% всей биомассы и только 12–14% видового состава бентоса (Кузнецов, 1963). При этом ядро биоценоза обычно представляет группа форм, составленная из видов, которые относятся к равным родам и даже семействам. Так, из 46 восточнокамчатских биоценозов в 13 "ядро" составлено из форм, принадлежащих разным родам. Это свидетельствует о несовместимости видов одного рода, имеющих большое сходство в образе жизни, в ядре одного биоценоза; что является проявлением известного закона Гаузе (Майр, 1971).

Появление в начале XX в. ряда работ по строению биоценозов и особенностям их расселения на дне значительно продвинуло вперед и представления палеонтологов о древних биоценозах. Драгирование, использование тралов и, наконец, бурение на материках и на дне океанов, проведенные в последние десятилетия, дали еще более разнообразный и ценный в этом отношении материал, которым теперь охвачена практически вся наша планета. Это позволило подойти к сравнению данных сообществ по разным широтам и поискам общих закономерностей расселения морских организмов (Ekman, 1935; Thorson, 1957).

После того как при анализе лонных ассоциаций стали широко использоваться не только "качественные", но и количественные показатели (были введены понятия о биомассе, плотности, руководящих и характерных видах), гидробиологические материалы стали более объективными и наглядными. И это в большой мере определило возможность их применения в палеоэкологии. Интересные примеры этого использования, как уже говорилось, мы прежде всего находим в работах исследователей, изучающих кайнозой, как за рубежом (Valentine, 1963; Chinzei, Iwasaki, 1966; Parker 1949; Norton, 1967; Strauch, 1970, 1972a), так и в Советском Союзе (Геккер, 1957; Коробков, 1954; Жижченко, 1959, 1965). Особенно много в этом отношении как малаколог и палеоэколог сделал советский исследователь Р.Л. Мерклин (1950, 1962; Основы палеонтологии. . . , 1960).

На предыдущих страницах уже говорилось о большом значении палеоэкологии в стратиграфии. В добавление к этому и в связи с затронутыми в настоящем разделе вопросами еще раз остановимся на некоторых аспектах практического применения палеоэкологических данных. Как известно, наиболее успешно палеоэкология для целей стратиграфии используется в платформенных областях и полузамкнутых бассейнах (Андрусов, 1918; Геккер и др., 1962). Но первые шаги она сделала уже и в геосинклинальных областях, к которым, в частности, относятся и интересующие нас дальневосточные районы (правда, большие мощности толщ, их фациальная пестрота, наличие значительного числа "немых" пачек и т.п. и сейчас часто весьма затрудняют проведение здесь палеоэкологических исследований).

С помощью палеоэкологии устанавливаются, во-первых, условия седиментации (температура воды, глубина формирования и характер отлагавшегося в море осадка, морские течения и т.д.). Увязка этих данных на площади создает основу для суждения о главных особенностях осадконакопления разных участков бассейна и прежде всего о смене фациальных условий в пространстве.

Во-вторых, с переходом от "палеоэкологии в статике" (экологии какого-либо момента геологической истории) к "палеоэкологии в динамике" (смене экологических отношений во времени) палеоэкология позволяет делать следующий важный шаг — расшифровать геологическую историю бассейна (Геккер, 1957). При этом, если полученные данные по детальной палеогеографии в отдельных локальных участках помогают, как правило, наметить лишь некоторые черты древнего бассейна, то синтез этих же данных по нескольким участкам вскрывает более общие особенности развития бассейна на большой площади и, таким образом, практически помогает в решении многих вопросов расчленения и корреляции разрезов. Вот почему в своих работах геологи используют не только данные по отдельным выделенным на палеоэкологической основе прослоям или маркирующим горизонтам, что бывает очень важно для расчленения и корреляции локальных разрезов, но и материалы по общим выявленным закономерностям формирования осадочных толщ бассейна, которые дают возможность переходить к достаточно широким корреляциям или во всяком случае вносить в последние определенные коррективы.

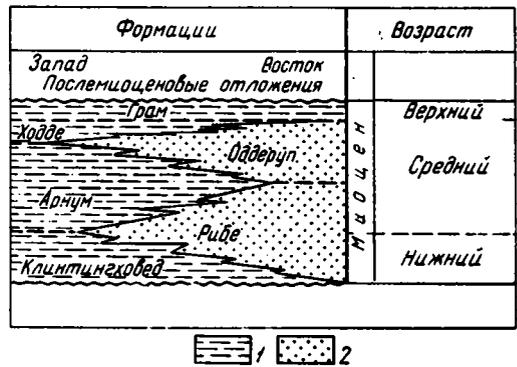
Много примеров в этом отношении находим мы, в частности, в неогеновой стратиграфии. Здесь вспоминаются прежде всего классические работы Н.И. Андрусова по Понто-Каспию. Эти примеры касаются и региональной геологии Дальнего Востока, чему посвящены многие публикации последних лет: материалы по расчленению этолонской свиты Западной Камчатки, миоценовых толщ Валагинского хребта и о-ва Карагинского Восточной Камчатки, окобыкайских толщ Сахалина (Гладенков, 1972б; Жидкова и др., 1974). Кроме того, палеогеографические данные служат важным критерием для сопоставления древних толщ в пределах отдельных частей биогеографических областей (в частности, Северной Атлантики и севера Тихого океана) и даже бореальных районов в целом, на что будет обращено особое внимание в следующих разделах. Это направление в стратиграфических исследованиях является прямым отражением экосистемного подхода в стратиграфии, который все больше входит в практику геологических работ.

ВЕРХНИЙ КАЙНОЗОЙ СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКИ

Морские верхнекайнозойские отложения развиты в пределах восточной части Северной Атлантики (Североморский бассейн) достаточно широко — в Англии, Нидерландах, Бельгии, ГДР, ФРГ, Исландии. Представлены они миоценовыми, плиоценовыми и четвертичными образованиями.

Как указывалось выше, возрастные датировки распространенных здесь толщ определялись достаточно условно. Региональные стратиграфические шкалы в этой области основывались на бентосных комплексах. Несмотря на достаточно многочисленные работы, проведенные в разных странах, по изучению отдельных разрезов и встреченных в них органических остатков, многие вопросы провинциальной и более широкой корреляции, в первую очередь с опорными разрезами Средиземноморья, оставались нерешенными. Причина этого заключалась, как говорилось, прежде всего в том, что Североморский и Средиземноморский бассейны принадлежат к разным биогеографическим провинциям и характеризуются различным типом фауны, что и создает трудности в создании корреляционных схем.

Рис. 10. Соотношение миоценовых формаций Дании и их возраст (Rasmussen, 1966)
1 — морские фации; 2 — озерные фации



Вместе с тем сопоставление внутри Североморского бассейна, основанное на сравнении литологических формаций, также оставалось весьма условным. Многие формации Дании, Бельгии, ФРГ и Англии сопоставлялись часто недостаточно точно. В ряде случаев выделение литологических подразделений (формаций) по существу подменяло расчленение разрезов на стратиграфической основе. На рис. 10 приведен характерный пример несоответствия литостратиграфических и хроностратиграфических подразделений для миоцена Дании (Rasmussen, 1966). Как показали биостратиграфические исследования, многие из формаций Северной Европы имеют скользящие границы и возрастные рубежи в ряде случаев секут формации.

Положение с провинциальной корреляцией стало меняться после того, как было проведено более детальное изучение фауны и прежде всего моллюсков, что привело к выявлению сменяющих друг друга в разрезах возрастных комплексов и соответствующих им горизонтов. Сравнение этих комплексов с ассоциациями моллюсков сопредельных (более южных) районов, их увязка с комплексами планктонных групп, использование при сопоставлении палеогеографических и палеомагнитных данных позволило более достоверно, чем ранее, наметить положение североморских

горизонтов в общей шкале и таким образом определить их возраст. Появление подобных данных сделало возможным по-новому представить стратиграфические схемы названных районов, внести в них необходимые коррективы и уточнить, в частности, соотношение хроно-и литостратиграфических подразделений (т. е. горизонтов и формаций).

Решению вопросов стратиграфического расчленения также способствовало появление в последние годы новых данных по детальному изучению целого ряда разрезов, по специальным палеоэкологическим и палеогеографическим исследованиям, по недавно обнаруженным в некоторых толщах планктонным комплексам, по выявленным палеомагнитным и радиометрическим характеристикам пород.

МОРСКОЙ МИОЦЕН СЕВЕРНОЙ ЕВРОПЫ

Среди миоценовых толщ северо-восточного побережья Атлантики¹ выделяются нижне-, средне- и верхнемиоценовые отложения (табл. 5). Полнота разрезов этих толщ в разных странах неодинакова, а отложения изучены с различной степенью детальности, что до сего времени затрудняет создание единой стратиграфической схемы для североευропейского региона.

Один из опорных разрезов миоцена Северной Европы, описанный в разные годы Гриппом, Каутским, Кохом и др. (Kautsky, 1925; Anrens, Lotsch, 1963; Gripp, 1964), находится в районе Гамбурга. Здесь стратиграфически снизу вверх выделены: нижний миоцен — фирлендерский горизонт (песчаники, мощность 14—60 м, с которыми ассоциируются "нижние" коричневые угленосные песчаники, 20—40 м) и геммоорский горизонт (глауконитовые пески 27 м, подстилающиеся гамбургскими глинами, 0—58 м и перекрывающиеся "верхними" коричневыми угленосными песчаниками, 70 м); средний миоцен — рейнбекский горизонт (песчаники, 8—25 м, замещающиеся в соседних районах твистрингскими глинами, бислихскими и дингденскими песчаниками и слюдястыми глинами); верхний миоцен-глиммертонский горизонт (песчаники и глины, 100—250 м, слюдястые силтские глины).

В сопредельных районах (Дании, Бельгии и Нидерландов) им соответствуют: фирлендерскому горизонту — клинтингховедские отложения Дании, геммоорскому — Болд и Хаутхален Бельгии, Арнум Дании, рейнбекскому — Ходде Дании, Анвер и Едегхем Бельгии, Глиммертону — Грам Дании, Дьест Бельгии (Жинью, 1952; Glibert, 1945, 1958; Sorgenfrei, 1940, 1958; Anderson, 1958, 1964; Rasmussen, 1966, 1968). Аналоги этих толщ находятся в Нидерландах (песчано-глинистые отложения до нескольких сотен метров), где они вскрыты скважинами (Бурк и др., 1959; Beets, 1946; Heering, 1950; Spaink, 1959; Van Regteren Altena e.a., 1965; Van Voorthuysen, 1963).

Нижние — фирлендерский и геммоорский горизонты, залегающие на толщах с хаттской фауной, характеризуются комплексом с *Nucula cromata*, *N. nitida*, *Lima strigilata*, *Pecten brummelii*, *Pandora copiosa*, *Astarte concentrica*, *A. pygmaea*, *Glycymeris deshayesi*, *Lucina norregardi*, *Saxicavella pusilla*, *Nassa woodwardi*, *Natica neglecta*, *Acmaea ditmeri* и др. Названные горизонты достаточно хорошо сопоставляются с нижним миоценом Средиземноморья; по Каутскому, Зоргенфрею и другим, комплексы моллюсков североморского района имеют значительное число общих элементов с нижнемиоценовыми комплексами более южных районов (в частности, до 50% в Клинтинговеде и 40% в Арнуме южной Ютландии). Общими видами являются *Astarte pygmaea*, *Glycymeris deshayesi*, *Ensis degrangei*, *Cardium singulatum*, *Lentidium donaciformis*, *Angulus donacinus*, *Natica neglecta* и др. К характерным эндемичным североморским формам относятся *Nucula cromata*, *Lucina norregardi*, *Astarte concentrica*, *Pecten brummelii*, *Pandora copiosa* и др. Зоргенфрей (Sorgenfrei, 1958) считает возможным дать ярусное расчленение североморских

¹ Поскольку автор лично не изучал миоценовые комплексы Северной Европы, сведения о них приводятся по литературным данным.

Т а б л и ц а 5

Миоценовые формации Северной Европы (Sorgenfrei, 1940, 1958; Rasmussen, 1966; Glibert, 1958; Gripp, 1964)

	Возраст	Ярус	ГДР, ФРГ	Дания	Бельгия
	Плиоцен	—	—	—	Скальд
Миоцен	верхний	Мессиний	Глиммертон	Грам	Дьест
	средний	Тортон "Гельвет"	Лангенфелд Дингден-Рейнбек	Ходде	Анвер
	нижний	Бурдигал	Геммоор	Арнум	Хаутхален Болд
		Аквитан	Фирлендер	Квинтинг- ховед	

толщ; по его мнению, Арнум Дании и Геммоор ФРГ и ГДР можно сопоставить с бурдигалом Южной Европы (из 266 видов Ютландии 77 (около 29%) отмечены именно в бурдигальском ярусе). Помимо моллюсков, нижний миоцен Северной Европы охарактеризован и другими группами. В Нидерландах в этой части разреза найдены фораминиферы *Bolivina serrato-suturalis*, *B. antiqua*, *Losoxtonia digilata* и др. (Бурк и др., 1959).

Весьма важно, что в последние годы в ФРГ и Бельгии были найдены остатки неогенового наннопланктона. Здесь, в частности, были выделены семь комплексов (снизу вверх): *Holicepontosphaera ampliaperata*, *H. ampliaperata* – *Sphenolithus heteromorphus*, *S. heteromorphus*, *Discolithina multipora*, *Reticulofenestra pseudumbilica*, *Cyclococcolithus leptoporus*, *Helicepontosphaera selli* (Martini, Müller, 1973).

Три первых комплекса, приуроченных к фирлендерскому горизонту, четко коррелируются с нижнемиоценовыми ассоциациями Средиземноморья (с зонами 3–5 шкалы Блоу).

Наличие большого числа общих элементов в комплексах моллюсков и других групп Североморского и Средиземноморского районов рассматривается обычно как свидетельство связи североморского и других атлантических бассейнов в раннем миоцене (Martini, 1974).

Средний миоцен, представленный рейнбекским горизонтом, охарактеризован богатыми (до 300 видов) палеонтологическими комплексами, которые достаточно резко отличаются от нижнемиоценовых ассоциаций. Некоторые виды здесь исчезают (*Pecten brummelii*, *Pandora copiosa*, *Actinaeae dittmeri* и др.), другие – появляются (*Nuculana emarginata*, *N. haesendoncki*, *N. curvirostris*, *Abra lehmanni*, *Astarte sorgenfreii*, *A. omalii*, *Glycymeris angelonii*, *Pecten scabrellus*, *P. haveri*, *Verticardia punctata*, *Calliostoma lanreatum*, *Borsonia uniplicata*, *Cardita squamulosa*, *Pitar chione*, *Lima loscombei*, *Nassa fuchsi*, *Dentalium entale* и др.). Этот комплекс в отличие от нижнемиоценового характеризуется более значительным содержанием эндемичных видов (помимо названных *Nuculana*, *Abra*, *Astarte*, много эндемиков среди *Chlamys* (*Ch. angelonii* и др.), *Polinices* (*P. protractus* и др.), что, как предполагается, является следствием нарушения связи Североморского бассейна с южными бассейнами.

Помимо моллюсков, которые прослеживаются во всех североморских разрезах, в этом горизонте, согласно Кебингу (Бурк и др., 1959), найдены фораминиферы (комплекс с *Uvigerina mastocarinata*, *U. semiornata* и пр.), которые характерны для среднего миоцена соседних районов. В Голландии на этом уровне из фораминифер отмечаются также *Elphidium inflatum*, *Uvigerina hosiusi*, *Dentalina arcuata*, *Nobosaria raphanus*, которые некоторыми авторами относятся к среднемиоценовым комплексам (они ассоциируются с моллюска-

ми *Nucula haesendoncki*, *Nuculana emarginata*, *Pecten scabrellus*, *P. haveri* и др.).

Что касается вышележащих толщ (слюдистые силтские глины), то по находке зуба гиппариона они отнесены к верхнему миоцену. В синхронных им отложениях Глиммертона отмечены характерные для этого уровня астарты (*Astarte magdalerae*, *A. rollei*, *A. syltensis*, *A. reimersi*, *A. pygmaea*) и фузиды (*Aquilofusus puggaardi*, *A. semiglaber*), которые сопровождаются *Chlamys clavatus*, *Nucula georgiana*, *Venericardia orbicularis*, *Natica koeneni*, *Dentalium badense* и др. В одновозрастных Глиммертону глауконитовых песчаниках Бельгии найден комплекс с *Glycymeris pilosus* (Жинью, 1952; Anderson 1964; Rasmussen, 1966). В нидерландских разрезах им соответствуют слои с *Astarte magdalenae*, *Cardita laevicosta*, *Pecten septemradiatus* и др.

В детально изученных верхнемиоценовых толщах Дании (формация Грам) по моллюскам выделяются четыре "зоны" (снизу вверх): *Astarte vetula*, *Astarte reimersi* — *Goodallina esjergensis*, *Astarte reimersi* — *Nuculana pygmaea* и *Nassa sleswicja*.

К характерным для этих толщ видам здесь относятся *Nucula georgiana*, *Chlamys clavataus*, *Archimediella cochlias*, *Sipho distinctus*, *Nassa syltenses*, *Aquilofusus lunenburgensis*, *A. semiglaber*, *A. puggaardi*, *Narona rothi*. В этих отложениях установлено 126 видов, из которых более 80% — вымершие формы (Rasmussen, 1966).

Верхнемиоценовый комплекс моллюсков обнаруживает тесную связь с подстилающим комплексом: новые формы (а их здесь около половины всех видов), по мнению ряда исследователей (Strauch, 1970), произошли от "местных" более древних сообществ. Данный комплекс, подобно среднемиоценовому, включает значительное число "североевропейских" эндемиков и достаточно сильно отличается от южноевропейских одновозрастных ассоциаций.

В последние годы позднемиоценовый возраст перечисленных выше толщ подтвержден находками в Бельгии комплекса наннопланктона (с *Coccolitus pelagicus*, *Cyclococcolitus leptoporus*, *Braarudosphaera bigelowi* и др.), который идентичен комплексу верхнего миоцена опорных разрезов Средиземноморья (Martini, Müller, 1973).

Перечисленные комплексы моллюсков заметно отличаются друг от друга изменением не только систематического состава, но и общего числа видов (от нижнего миоцена к верхнему оно меняется в толщах Северной Европы в пределах 255–265 : 305–315 : 120–130). Относительное увеличение числа видов в среднемиоценовых слоях связываются с изменением климата или — точнее — температуры морских вод в прошлом (относительным повышением в среднем миоцене и понижением в позднем).

Морские толщи миоцена приурочены только к самым северным районам названных стран — к побережью Северного моря. В пределах остальной части ФРГ и прилегающих областей в миоценовое время формировалась в основном континентальная лигнитоносная толща (до 100 м, с комплексом *Taxodium distichnum*, *Sequoia* и с пресноводными моллюсками)².

На атлантическом побережье более южных районов миоценовые толщи встречаются редко (Бретонские заливы с "фаленами" среднего миоцена и редонским горизонтом верхнего миоцена или плиоцена, содержащим до 50% современных видов — *Pecten maximus*, *P. jacobacus* и пр.). На французском побережье, на краю Армориканского массива, отмечены морские мергелистые слои, которые, видимо, относятся уже к плиоцену (комплекс с *Nassa prismatica*, *N. conglobata* и пр.).

² Ее возраст, по мнению европейских геологов, имеет в принципе более широкий диапазон — от эоцен-олигоцена до плиоцена (Жинью, 1952).

ПЛИОЦЕН-ПЛЕЙСТОЦЕНОВЫЙ РАЗРЕЗ ИСЛАНДИИ КАК ОДИН ИЗ ОПОРНЫХ РАЗРЕЗОВ СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКИ

Плиоценовые и плейстоценовые морские отложения развиты в Северной Атлантике, как и миоценовые толщи, тоже достаточно представительно. Кроме перечисленных выше стран, плиоцен-плейстоцен распространен в Англии и в Исландии. Поскольку именно эти образования (и содержащиеся в них ископаемые комплексы) детально изучались автором при его работе в Исландии и Англии, они в дальнейшем анализируются подробно. Опорным плиоцен-плейстоценовым разрезом для Североморского региона служил английский, фауна которого была описана в прошлом веке и в начале этого века в классических работах Вуда (Wood, 1848—1882) и Хармера (Harmer, 1914—1920). Значение этого разреза сохранилось и поныне. Однако в настоящее время внимание многих исследователей привлекает другой разрез — исландский, который в отличие от английского, характерного для бореальных широт, является северобореальным.

Можно указать, пожалуй, на несколько основных его особенностей. Во-первых, верхнекайнозойский разрез Исландии является самым северным из непрерывных и хорошо палеонтологически охарактеризованных разрезов Северного полушария, что делает его чрезвычайно важным для изучения плиоцен-плейстоценовых фаун этих широт и расшифровки геологической истории аркто-бореальных районов. Во-вторых, географически разрез расположен так, что он является связующим звеном между бореальными разрезами Северной Атлантики и разрезами Арктики, которые в свою очередь связаны с разрезами северной части Тихого океана; это позволяет использовать исландский разрез для широких корреляций. В-третьих, наличие в разрезе морских (с фауной), угленосных (с флорой), ледниковых и вулканических образований позволяет использовать здесь палеонтологический, палеогеографический и физические методы, что делает выводы о палеогеографии и возрасте исландских толщ значительно надежнее выводов, которые могли быть получены на основе какой-либо одной методики. В этой комплексности состоит большое методологическое значение разреза.

Наконец, разрез Исландии важен для изучения рифтовой зоны Северной Атлантики, ибо определение возрастных датировок толщ, развитых в пределах этой страны, проливает свет на историю развития рифтовой зоны Исландии, которая рассматривается многими как выведенная на дневную поверхность часть рифта Северо-Атлантического океанического хребта и с этой точки зрения пристально сейчас изучается (Белоусов, Милановский, 1975).

В связи с тем что в отечественной (так же как, впрочем, и в зарубежной) литературе сведения о стратиграфии Исландии чрезвычайно бедны представляется необходимым привести подробное описание этого уникального разреза и по возможности полно дать анализ палеонтологических и палеомагнитных материалов.

ОПИСАНИЕ МОРСКОГО ПЛИОЦЕН-ПЛЕЙСТОЦЕНА ИСЛАНДИИ (ПОЛУОСТРОВ ТЪЕДНЕС)

ВВОДНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Морские отложения верхнего кайнозоя Исландии наиболее полно распространены в ее северной части, на п-ове Тьеднес, который приурочен к северо-западному флангу Исландского Центрального грабена. В процессе развития последнего территории Тьеднеса была тектонически активной. Тектонические движения, связанные с развитием рифтовых дислокаций, приводили, видимо, к образованию в ее пределах отрицательных структур, которые интенсивно заполнялись морскими, ледниковыми и вулканическими образованиями. На западном и северном побережьях полуострова, в береговых обрывах, вскрывается непрерывный разрез морских и континентальных образований верхнего кайнозоя (рис. 11, 12, вкл.).

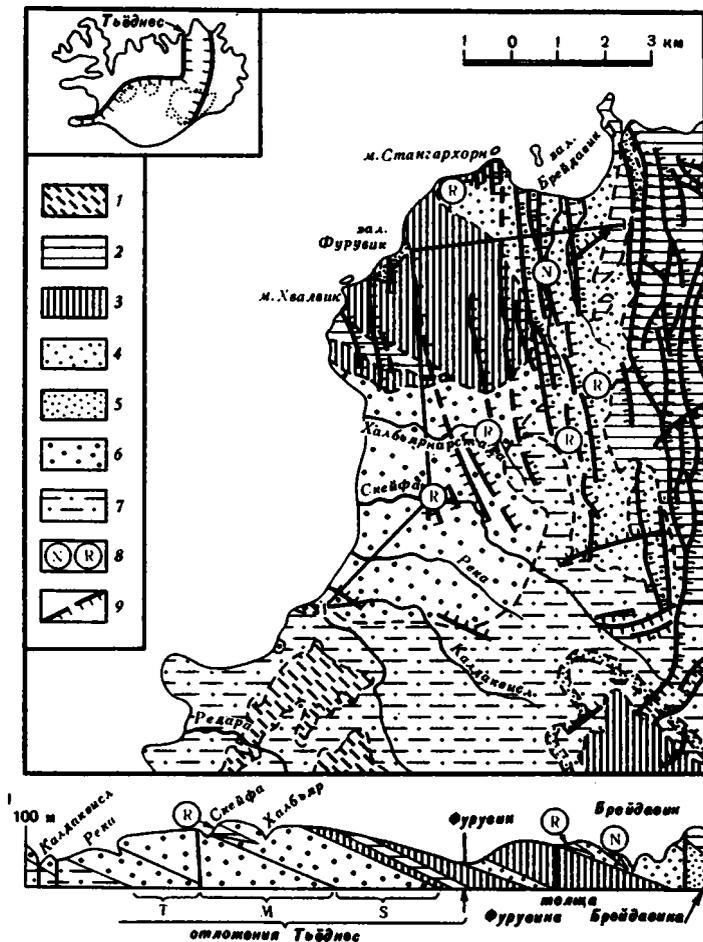


Рис. 11. Геологическая карта района Тведнес Северной Исландии (Einarsson, 1968, с упрощениями)

Плейстоцен-эоплейстоцен: 1 – долеритовые лавы р. Редары, 2, 3 – лавы базальтов (2 – обратно намагнитченные, 3 – нормально намагнитченные), 4 – слои Брейдавик, 5 – слои Фурувик; плиоцен: 6 – отложения Тведнес, Миоцен: 7 – платобазальты; 8 – нормально (N) и обратно (R) намагнитченные потоки базальтовых лав среди терригенных отложений; 9 – разрывные нарушения; I–I' – линия разреза

Данный разрез в прошлом посещался многими геологами (Bardarsson, 1925; Schwarzbach, Pflug, 1957; Th. Einarsson, 1958; Askelsson, 1960; Strauch, 1963; Рюттен, Венсинк, 1963; Einarsson e.a., 1967; Th. Einarsson, 1968). Однако его полная палеонтологическая характеристика в литературе до сих пор отсутствует. Бардарсон впервые предпринял попытку проанализировать фауну тведнесского разреза по толщам, но его выводы, к сожалению, базировались на предварительных определениях моллюсков и в ряде случаев оказались недостаточно обоснованными. После его работ материалы, посвященные анализу послыоного распространения ископаемых комплексов, не появились. Вместе с этим до нынешнего времени отсутствует и описание самой фауны, за исключением нескольких родов (Straush, 1972b). Это заставило автора специально обратиться к описанию ископаемых моллюсков и тщательному анализу их послыоного стратиграфического положения (Гладенков, 1974a). Автор изучал этот разрез в 1970–1973 гг., когда составил подробно описание тведнесских толщ и осуществил детальный отбор ископаемых остатков (коллекция остатков древних моллюсков насчитывает более 6500 экз.).

СТРАТИГРАФИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ

Плиоцен-плейстоценовые толщи п-ова Тьеднес были достаточно подробно описаны Бардарсоном (Bardarsson, 1925). Номенклатура отдельных пачек и слоев, предложенная им, прочно вошла в практику, и поэтому большинство последующих исследователей почти полностью ее принимают.

Морские плиоцен-плейстоценовые отложения залегают на вулканогенных образованиях — базальтах с размывом и, по всей видимости, с несогласием. Базальты имеют сильно выветрелый облик, на контакте часто ожелезнены; их возраст, по данным Эйнарсона, миоценовый.

В разрезе плиоцен-плейстоцена снизу вверх выделяются четыре основных комплекса пород: 1) преимущественно морские отложения Тьеднес, подразделяющиеся, по схеме Бардарсона, на зоны Tapes (115—120 м), Mactra (160—170 м) и Serripes (170 м); 2) базальты (более 150 м), вмещающие тиллитовые образования Фурувика (15 м); 3) морские и ледниковые образования Брейдавика (более 100—120 м) и, наконец, 4) перекрывающие их базальты с горизонтами тиллитов (до 300 м).

Предметом нашего изучения служили главным образом морские отложения, содержащие палеонтологические остатки. Поэтому они разбираются подробнее, чем

Таблица 6

Двустворчатые моллюски и усногие в плиоцен-плейстоцене Исландии

Виды	Зона					Брейдавик		Ныне живущие виды
	Tapes	Mactra		Serripes		a	b	
		a	b-c	a	b-c			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Nucula nucleus</i> (Linné)		+						+
<i>Nucula tenuis</i> (Montagu)						+	+	+
<i>Nuculana pernula</i> (Müller)					?	+	+	+
<i>Nuculana minuta</i> (Müller)				?	+			+
<i>Yoldia myalis</i> (Gouthouy)				+				+
<i>Portlandia intermedia</i> (Sars)						+		+
<i>Portlandia arctica</i> (Gray)						+	?	+
<i>Portlandia lenticula</i> (Möller)						+		+
<i>Glycymeris glycymeris</i> (Linné)			+					+
<i>Chlamys</i> (<i>Chlamys</i>) <i>tjörnesensis</i> MacNeil		+	+		+			-
<i>Chlamys</i> (<i>Chlamys</i>) <i>breidavikensis</i> MacNeil							+	-
<i>Chlamys</i> sp.			+		+			?
<i>Mytilus edulis</i> Linné		+	+	+	+	+	+	+
<i>Mytilus</i> sp. (aff. <i>edulis</i> Linné)	+							?
<i>Modiolus modiolus</i> Linné		+						+
<i>Musculus niger</i> (Gray)				+	+	+		+
<i>Musculus</i> cf. <i>discors</i> (Linné)				+				+
<i>Astarte basterotii</i> De La Jonkaire					+			-
<i>Astarte</i> aff. <i>sulcata</i> (Da Costa)				+	+			?
<i>Astarte montagu</i> i (Dillwyn)				+	+	+		+
<i>Tridonta borealis</i> (Schumacher)						+	+	+
<i>Astarte crenata</i> (Gray)					+	?		+

Таблица 6 (окончание)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Tridonta cf. elliptica</i> (Brown)						+		+
<i>Venericardia borealis</i> (Conrad)					+			+
<i>Venericardia aff. scalaris</i> (Sow.)					+			-
<i>Arctica islandica</i> (Linné)	+	+	+	+	+	?	+	+
<i>Pygocardia rustica</i> (Sowerby)			+	+	+			-
" <i>Cardium</i> " <i>aff. decorticatum</i> S. Wood	+	?						-
<i>Acanthocardia echinata</i> (Linné)		+	+					+
<i>Clinocardium ciliatum</i> (Fabr.)				+			+	+
<i>Cardium fasciatum</i> Mont.				+				+
<i>Parvicardium ovale</i> (Sowerby)					+			+
<i>Serripes groenlandicus</i> (Bruguere)				+	+	+	+	+
<i>Venerupis rhomboides</i> (Pennant)	+							+
<i>Venerupis perovalis</i> (S. Wood)	+							-
<i>Venerupis aff. aurea</i> (Gmelin)	+							?
<i>Tellina cf. ventricosa</i> Philippi	+							-
<i>Macoma obliqua</i> (Sowerby)				+	+			-
<i>Macoma praetenuis</i> (Woodward)				+	+		+?	-
<i>Macoma calcarea</i> (Gmelin)				+	+	+	+	+
<i>Abra alba</i> (W. Wood)		+						+
<i>Abra fabalis</i> (S. Wood)					+			-
<i>Ensis cf. ensis</i> (Linné)		?		+	+			+
<i>Spisula arcuata</i> (Sowerby)	+	+	+	+				-
<i>Hiatella arctica</i> (Linné)				+	+	+	+	+
<i>Panopea (Panomya) cf. norvegica</i> Spengler				?		+		+
<i>Panopea (Panomya) obliquelongata</i> Strauch				+				-
<i>Panopea (Panomya) cf. trapezoides</i> Strauch				+				-
<i>Cyrtodaria angusta</i> (Nyst et Westeldorp)		+	+	+	+		+	-
<i>Mya pseudoarenaria</i> Schlesch				+	+	+?	+?	
<i>Mya truncata</i> Linné	?			?			+	+
<i>Mya cf. oyata</i> Jensen				+				+
<i>Lenticulum complanatum</i> (Sowerby)	+	+	+	+	+			+
<i>Chracia sp.</i>					+			+
<i>Lyonsia sp.</i>					+			+
<i>Zirfaea crispata</i> (Linné)		+	+					+
<i>Propeamussium (Parvamussium) cf. groenlandicus</i> (Sowerby)						+		+
<i>Balanus hopkins</i> Zullo	+	+	+	+?	+?			-
<i>Balanus balanus</i> (Linné)						+	+	+?
<i>Isuris hastalis</i> (Agassiz)				+				-

Таблица 7

Гастроподы плиоцен-эоплейстоцена Исландии

Виды	Зона				Бредавик		Иные живущие виды
	Магтра		Serrites		a	b	
	a	b-c	a	b-c			
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Patella vulgata</i> (Linné)		+					+
<i>Helcion pellucidum</i> (Linné)	+?		+	+			+
<i>Acmaea scaldensis</i> Van Regteren Altena			+?	+			-
<i>Acmaea rubella</i> (Fabr.)					+		+
<i>Gibbula</i> cf. <i>cineroides</i> S. Wood				+			-
<i>Gibbula occidentalis</i> (Mighels)		+	+				?
<i>Littorina littorea</i> (Linné)		+?		+			+
<i>Littorina</i> aff. <i>saxatilis</i> (Olivi)				+			?
<i>Scala groenlandica</i> (Perry)					+		+
<i>Cingula</i> cf. <i>semicostata</i> (Montagu)*	+?						?
<i>Natica clausa</i> Brod. et Sow.			+	+	+	+	+
<i>Natica</i> aff. <i>triseriata</i> Say			+	+			?
<i>Natica smithii</i> (Brown)			+	+?			+
<i>Natica helicina</i> (Brocci)		?	+	+			-
<i>Natica oclusa</i> (S. Wood)			+?	+			+
<i>Polinices catenoides</i> (S. Wood)*	+	+					-
<i>Polinices hemiclausus</i> (J. et C. Sow.)	+						-
<i>Polinices</i> aff. <i>pallidus</i> (Brod. et Sow.)				+			?
<i>Trophon clathratus</i> (Linné)				+			+
<i>Buccinum</i> ex gr. <i>inexhaustum</i> Verkrüzen		+	+	+			?
<i>Buccinum undatum</i> Linné			+	+		+	+
<i>Buccinum groenlandicum</i> Chemnitz			+	+		+	+
<i>Liomesus dalei</i> (J. et C. Sow.)			+?	+	+		-
<i>Neptunea carinata</i> (Pennant)			+?	+			+
<i>Neptunea decemcostata</i> (Say)			+	+			+
<i>Neptunea</i> cf. <i>subantiquata</i> Maton et Rackett				+			?
<i>Sipho</i> (<i>Sipho</i>) <i>olavii</i> Mörch.		+		+			-
<i>Sipho</i> (<i>Sipho</i>) aff. <i>exiguus</i> Harmer			+				?
<i>Sipho</i> (<i>Sipho</i>) aff. <i>gracilis</i> (Da Coata)			+				?
<i>Sipho</i> (<i>Anomalosipho</i>) <i>verkrüzeni plicifera</i> Brögger				+			-
<i>Searlesia</i> cf. <i>björnssoni</i> (Mörch et Poulsen)			+				-
<i>Searlesia lundgrenii</i> (Mörch et Poulsen)		+	+				-
<i>Searlesia costifera</i> S. Wood		+					+
<i>Nassa</i> cf. <i>reticosa</i> (Sow.)		+	+	+			-
<i>Nassa lamellilabra</i> (Nyst)		?	+	+?			-

Таблица 7 (окончание)

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Admete couthouyi</i> (Jay)			+	+			+
<i>Admete viridula</i> (Fabr.)			+	+			+
<i>Spirotropis carinatus</i> (Philippi)				+			+
<i>Lora borealis</i> (Reev)			+	+			+
<i>Lora trevelyana</i> (Turton)			+?	+			+
<i>Lora pyramidalis</i> (Ström)			?	+			+
<i>Lora decussata tjörnesensis</i> Schlesch				+			-
<i>Lora ruguiata</i> (Troschel) + <i>L. rugulata scalaroides</i> (G. Sars)			+	+			+
<i>Mangelia</i> (Bela) aff. <i>scalaris</i> (Möller)			?	+			?
<i>Actaeon tornatilis</i> (Linné)			+	?			+
<i>Calyptrea chinensis</i> (Linné)				+			-

* Виды, присутствующие в зоне Tapes.

континентальные и вулканогенные толщи, которым дается лишь краткая характеристика (см. Bardarsson, 1925; Strauch, 1963).

Ниже приводится описание тьеднесского разреза (снизу вверх). Номера слоев в тексте соответствуют таковым на стратиграфической колонке (см. рис. 12). Вместе с ними для корреляции приведена также нумерация пачек Бардарсона (выделено). Списки видов в тексте приведены не полностью (табл. 6—7).

Отложения Тьеднес

Зона Tapes

Мощность, м

- | | |
|--|-------|
| A-1. Конгломераты от мелко-до крупногалечных (галька и валуны базальтов и их красных туфов от 2—20 см до 1—2 м) и конгломеративные песчаники зеленовато-серые, средне-крупнозернистые, алевролиты серые, сильно ожелезненные, бурые | 0,5—6 |
| 1-2. Песчаники синевато-зеленые, с поверхности черные, темно-серые, зеленоватые, иногда обожженные до коричневатых, средне-крупнозернистые, плотные, массивные, неслоистые, с галькой, линзами и прослоями (до 1—2 м) алевролитов, с растительным детритом, с желваками, с остатками мелких <i>Venerupis rhomboides</i> ³ , <i>Arctica islandica</i> , <i>Lentidium complanatum</i> , " <i>Cardium</i> " aff. <i>decorticatum</i> , <i>Spisula arcuata</i> , <i>Mytilus</i> aff. <i>edulis</i> , <i>Balanus hopkins</i> , с древесными остатками (главным образом в средней части пачки), в нижней части с тонкими прослоями и линзочками угля (до 0,2 м) и остатками флоры | до 10 |
| 2-3. Те же песчаники с гравелитовыми и редкими углистыми и алевролитовыми (0,1—0,3 м) прослоями, с линзами и желваками (0,2 м) плотных песчаников; остатки фауны, аналогичные встреченным в слое 2 (с преобладанием крупных <i>Venerupis perovalis</i> , <i>V. rhomboides</i> , <i>V. aff. aurea</i> в средней части пачки) | 15—18 |
| 3-4. Конгломераты (0,5 м) среднегалечные, плотные и алевролиты "рыжие", мелкощебенчатые, с прослоечками угля | 4 |
| 5. Песчаники темно-зеленые, среднезернистые, неяснослоистые, местами плохо сцементированные, с конкреционными желвачками, гравелитистые, с растительным детритом (вверху); в разных частях пачки <i>Venerupis</i> , <i>Arctica</i> , <i>Mytilus</i> aff. <i>edulis</i> , а также " <i>Cardium</i> " aff. <i>decorticatum</i> , <i>Cingula</i> cf. <i>semicostata</i> , <i>Balanus hopkins</i> | до 25 |
| B-6. Углистый прослой (0,7 м) и желтые глины (0,7 м) | 1,4 |

³ Здесь и далее преобладающие в количественном отношении виды выделены.

- 4-7. Песчаники темно-зеленые, среднезернистые, в верхней части с конкреционными стяжениями, с растительным детритом и остатками *Venerupis rhomboides* (особенно много в 10 м от подошвы) 15
- 8. Песчаники с тремя прослоями коричневатых алевролитов с углистыми прослоечками и растительным детритом, с моллюсками, аналогичными остатками подстилающих слоев (*Venerupis*, *Lentidium*, "Cardium") 10
- 5-9. Песчаники темно-зеленые, плотные, иногда плитчатые, с желваками, с остатками *Venerupis*, "Cardium", *Lentidium*, *Spisula*, *Arctica*, *Cingula* 10-15
- 10. Те же песчаники с тремя слоями остатков ракушки (снизу): а) с *Arctica islandica*, *Spisula arcuata*, гравелиты, 3 м; б) *Abra alba*, *Venerupis rhomboides* (песчаники, 1,5 м); в) с "Cardium" aff. *decorticatum*, *Venerupis rhomboides* (ракушняк в крупнозернистых песчаниках и желваковых, конкреционных стяжениях неправильной формы, до 1-1,5 м); встречены первые *Polinices catenoides* 15
- С-11. Углистые пачки, с прослоями рыхлых, желтых (обохренных) и темно-серых песчаников и глин. 5-7

Зона Маэтра

- 6-12. Песчаники коричневатые, грубозернистые, с крепкими конкрециями карбонатных (сидеритовых) песчаников и гравелитов в виде желваков (типа груш), шаров и пропластков (0,1-0,2 м через 0,2-1,5 м), с прослоями алевролитов с отпечатками *Venerupis* (?), *Spisula*, *Abra* (?), *Cardium*, *Helcion pellucidum* (?) до 30
- 7-13. Алевролиты серые, выбеливающиеся, обохренные, мусорные, с углистыми прослоями. В верхней части - остатки *Abra alba*, *Nucula nucleus*, *Mactra* (?) до 7
- 14. Песчаники темно-серые, массивные, неслоистые, грубозернистые, вверху с тонкими линзами угля, гравелитов и конкреционных пластов (5-10 см через 2 м), со слоем (0,1-0,3 м) крепких песчаников, переполненных остатками *Balanus hopkins*, *Nucula nucleus*, *Modiolus modiolus*, *Spisula*, *Mytilus*, *Cingula* до 9
- D-15. Углистые "рыжие" алевролиты, вверху с конкреционными стяжениями, с остатками *Abra alba*, *Lentidium*, *Mytilus*, *Cyrtodaria angusta* 4
- 8-16. Песчаники темно-серые, грубозернистые, массивные, иногда с заметной косою слоистостью, с беспорядочно разбросанными конкрециями разного размера (от 0,1-0,5 м) и разнообразной формы, иногда развитыми по обломкам древесины; прослой (0,1-0,3 м) с остатками *Cyrtodaria angusta*, *Spisula*, *Lentidium*, *Acanthocardia echinata*, *Solen* sp., *Polihices catenoides* 10-12
- 17. Те же песчаники с отдельными конкрециями и гравелитовыми прослоями с линзами ракушняка (0,1-0,3 м) из остатков *Lentidium*, *Abra*, *Polinices catenoides*, *Polinices hemiclausus*, *Zirfaea crispata*, *Cyrtodaria*, *Tellina* cf. *ventricosa*, *Arctica*, *Mytilus*, *Spisula* 10-12
- E-18. Песчаники коричневатые, массивные, грубозернистые, с *Lentidium*, *Acanthocardia*, *Spisula*, *Cyrtodaria* 7-8
- F-19. Пачка, включающая пять прослоев угля, которые чередуются с выбеливающимися песчаниками и светлыми алевролитами (с *Lentidium*). В подошве мусорные "рыжие" песчаники с остатками окаменевшей древесины. 7-10
- 9-20. Песчаники темно-зеленые, средне-крупнозернистые, плотные, с растительным детритом. В нижней части (3-5 м) "рыжие", косослоистые, мусорные, с линзами гравелитов и конкреционными стяжениями, со скоплением *Mytilus edulis*, *Arctica*, *Acanthocardia*, *Spisula*, *Zirfaea*, *Natica*, *Balanus*. В верхней части песчаники с "пятнистой" текстурой, гравелитистые, с остатками *Mytilus*, *Mactra*, *Arctica* 15
- 10-21. Те же песчаники пляжевые, но с 8-12 белыми линзами, прослоями (0,1-0,2 м) ракушняка, приуроченными к гравелитам, и конкреционным стяжениям; часто косослоистые, с битой ракушей. Скопление *Spisula arcuata*, *Arctica islandica*; встречаются *Lentidium*, *Mytilus*, *Venerupis* (?), *Cyrtodaria*, *Chlamys tjornesensis*, *Balanus*. В нижней части (0,5 м) характерный слой с гигантскими (до 10 см) *Arctica* 6-8
- 22. Те же песчаники, в средней части желтоватые, косослоистые, с тонкими линзами раковинного детрита, а в верхней - с конкрециями и белыми прослоями (0,1-0,2 м) остатков фауны (*Spisula*, *Lentidium*, *Cyrtodaria*, *Chlamys*, *Acanthocardia*, *Natica*, *Buccinum* ex gr. *inexhaustum*) 15
- 23. Те же песчаники, в нижней части (3-4 м) с шестью белыми прослоями битой ракушки *Spisula*, *Acanthocardia*, *Polinices catenoides*, *Arctica*, *Cyrtodaria*, *Nassa reticosa*, *Buccinum*, *Gibbula occidentalis*; в верхней - с небольшим количеством органических остатков (*Arctica*) 10-12

11–24. Песчаники гравелистые, косослоистые, с семью-восемью линзами (0,1–0,2 м) ракушки <i>Spisula arcuata</i> , <i>Arctica islandica</i> , <i>Glycymeris glycymeris</i> , <i>Pygocardia rustica</i> , <i>Chlamys</i> , <i>Acanthocardia</i> , <i>Searlesia lundgrenii</i> , <i>S. costifera</i> , <i>Natica</i> , <i>Balanus</i>	8
25. Песчаники с линзами и прослоями ракушняка через 1,5–2,5 м. Внизу <i>Arctica islandica</i> , <i>Spisula arcuata</i> и <i>Pygocardia rustica</i> , сопровождаемые <i>Cyrtodaria</i> , <i>Glycymeris</i> , <i>Polinices catenoides</i> , <i>Prtella vulgata</i> ; сверху больше битой ракушки. Песчаники зеленовато-серые, плотные, средне-крупнозернистые, косослоистые, с гравелитовыми линзами (0,1–0,3 м), к которым обычно и приурочены органические остатки.	14
26. Песчаники темно-серые, среднезернистые, с гравием и галечкой, часто косослоистые, с отдельными раковинами и маломощными прослоями (вверху) раковин моллюсков <i>Arctica</i> , <i>Acanthocardia</i> , <i>Liomesus dalei</i> , <i>Natica helicina</i> , <i>Nassa</i>	до 10
12–27. Песчаники темно-серые, плитчатые, косослоистые с белыми прослоями ракушняка, с <i>Lentidium complanatum</i> , <i>Cyrtodaria angusta</i> , <i>Nassa</i> , <i>Liomesus</i> , <i>Natica</i>	4

Верхние пачки зоны *Mastra* — выше слоя 25 (и, может быть, частично нижние слои зоны *Serripes*) по простиранию замещаются вулканогенными образованиями основного состава с обратным знаком намагниченности (видимая мощность до 8 м).

Зона *Serripes*

Мощность, м

13–28. Песчаники с двумя прослоями (0,2–0,4 м) фауны, нижним — с <i>Arctica islandica</i> , <i>Cyrtodaria</i> , <i>Serripes groenlandicus</i> , <i>Ensis cf. ensis</i> , <i>Macoma praetenuis</i> , <i>Hiatella arctica</i> , <i>Lentidium</i> , <i>Natica aff. triseriata</i> , <i>Sipho olavii</i> , <i>Nassa cf. reticosa</i> , <i>N. lamellilabra</i> и верхним — с раковинным шамом (<i>Arctica</i> , <i>Macoma</i>)	4–5
14–29. Песчаники косослоистые, с четырьмя прослоями (0,2–0,4 м) ракушняка: а) с битой ракушкой <i>Arctica islandica</i> , <i>Pygocardia rustica</i> , <i>Cyrtodaria</i> , <i>Serripes</i> , <i>Natica clausa</i> ; б) с <i>Arctica</i> , <i>Macoma</i> , <i>Serripes</i> , <i>Actaeon tornatilis</i> ; в) с <i>Macoma praetenuis</i> , <i>Actaeon tornatilis</i> , <i>Yoldia myalis</i> , <i>Astarte montagui</i> , <i>A. aff. sulcata</i> , <i>Musculus niger</i> , <i>Hiatella</i> , <i>Mya pseudoarenaria</i> , <i>Serripes</i> , <i>Arctica islandica</i> , <i>Natica clausa</i> , <i>N. smithii</i> ; г) с <i>Macoma praetenuis</i> , <i>Ensis cf. ensis</i>	5
30. Песчаники с редкими <i>Serripes</i> , <i>Macoma</i> , <i>Yoldia</i> , <i>Mastra</i> , <i>Matica</i> , <i>Lora</i> , <i>Liomesus dalei</i> . Здесь же отмечен зуб акулы (<i>Isurus hastalis</i>) ⁴	11–12
15–31. Песчаники аналогичные нижележащим; внизу (1,5 м) они с <i>Arctica islandica</i> , <i>Serripes</i> , <i>Macoma</i> , <i>Mya</i> и через 1,5 м — с прослоями (0,4 м), содержащими <i>Sipho olavii</i> , <i>Serripes</i> , <i>Macoma obliqua</i> , <i>Buccinum undatum</i> , <i>Arctica</i> , <i>Pygocardia</i> , <i>Mya</i> , <i>Chlamys</i> , <i>Musculus</i> , <i>Natica clausa</i> , <i>Buccinum ex gr. inexhaustum</i> , <i>Sipho aff. exiquis</i> , <i>Searlesia cf. bjornssoni</i>	15
16–17–32. Песчаники темно-серые, в нижней части с прослоями битой ракушки <i>Macoma praetenuis</i> и <i>Mya pseudoarenaria</i> , в средней части с <i>Arctica islandica</i> и <i>Macoma praetenuis</i> , <i>M. obliqua</i> , <i>Mya pseudoarenaria</i> , <i>Serripes</i> , <i>Cyrtodaria</i> , в верхней части с <i>Macoma praetenuis</i> , <i>Arctica</i> , <i>Mya</i> , <i>Serripes</i> , <i>Hiatella</i> , <i>Polinices aff. pallidus</i> , <i>Admete couthouyi</i> , <i>Anomalosipho verkrüzeni plicifera</i>	15
18–19–33. Те же песчаники, в нижней части с <i>Cyrtodaria angusta</i> , <i>Pygocardia rustica</i> , <i>Astarte montagui</i> , <i>A. crenata</i> , <i>A. basterotii</i> , <i>Macoma obliqua</i> , <i>Lora borealis</i> , <i>Panomya obliquelongata</i> , <i>Mya pseudoarenaria</i> , <i>Neptunea decemcostata</i> , <i>Admete couthouyi</i> в средней — с <i>Arctica</i> , <i>Venericardia borealis</i> , <i>Hiatella</i> и разнообразными гастроподами (<i>Natica clausa</i> , <i>Polinices aff. pallidus</i> , <i>Admete couthouyi</i> , <i>Lora borealis</i> , <i>Nassa aff. reticosa</i> , <i>Neptunea cf. subantiquata</i>)	15–20
20–21–34. Песчаники, в основании (1–2 м) с белесым прослоем, переполненным раковинами <i>Arctica islandica</i> , <i>Pygocardia rustica</i> , <i>Serripes</i> , <i>Cyrtodaria</i> , <i>Macoma</i> , <i>Astarte crenata</i> ; в верхней части с <i>Serripes groenlandicus</i> , <i>Lora decussata tjomesensis</i> , <i>Musculus</i> , <i>Cyrtodaria</i> , <i>Mutilus</i> , <i>Natica</i> , <i>Nassa</i>	7–8
22–35. Туфы и туфопесчаники, отличающиеся от нижележащих пород желтым цветом, массивностью и плотностью. Туфы кристалло-витрокластические, основного состава. Содержат редкие линзы со скоплением <i>Macoma praetenuis</i> , <i>M. obliqua</i> , <i>Cyrtodaria</i> , <i>Astarte</i> , <i>Serripes</i> , <i>Lora</i> , <i>Nassa</i> , <i>Sipho</i>	до 8
23–36. Туфопесчаники в основном желтоватые, с поверхности коричневатые, массивные. В нижней части (3 м) темно-серые туфы с <i>Macoma praetenuis</i> ,	

⁴ По мнению Л.С. Гликмана, этот зуб может принадлежать *Cosmopolitodus tridonodon* (Ag.).

- Astarte basterotii*, *Polinices aff. pallidus*, *Lora borealis*, *Venericardia borealis*, *Serripes*, *Arctica*, выше — плотные туфы и туфопесчаники (0,5 м) с *Arctica islandica*, *Lentidium*, *Astarte*, *Serripes*, *Neptunea cf. subantiquata*. В самой верхней части (2 м) — более слоистые, грубые песчаники с прослоями гравелитов и битой ракушей *Macoma*, *Arctica*, *Cyrtodaria* 13—15
- G—37. В нижней части (4,5—5 м) конгломераты (0,2—0,5 м) серые, крупно-среднегалечные, крепко сцементированные, с хорошо окатанной галькой, сменяются вверх желтовато-серыми туфами и туфопесчаниками с гравелитовыми прослоями, сверху (0,4—0,5 м) обогащенными битой ракушей *Arctica*. В верхней части туфы и туфопесчаники коричневато-желтые, с редкими остатками моллюсков (*Macoma*), в середине с прослоем (0,5 м) белесых туфогенных глинистых пород 9,5—11
- H—38. Песчаники в нижней части (4 м) желтовато-серые, массивные, грубозернистые, косослоистые, с галькой; с линзами (0,1—0,2 м) коричневатых туфопесчаников, туфоалевролитов и гравелитов, с окремевшими остатками древесины; залегают по неровной границе. В верхней части (6—7 м) песчаники коричневато-зеленые, с "плавающей" галькой, с несколькими линзами (0,1—0,5 м) туфопесчаников 10—15
- I—39. Туфы и туфогенные породы — внизу (1,5—2 м) светло-серые, кофейные, легкие, тонкослоистые, алевритовой и псаммитовой размерности, с плейчатой текстурой, в основании (0,4 м) с прослоями коричневатых туфопесчаников и глины, а в кровле (0,3 м) коричневатые, с тонким растительным детритом и следами грунтоедов; в верхней части (1—1,5 м) туфы основного остова, черные, крепкие, слоистые, псаммитовые 3
- 24—40. Песчаники, сходные с слоем 38, но несколько менее грубые и менее косослоистые; залегают по неровной границе. В нижней части (5—6 м) темно-серые, с линзами гальки, в основании (1—2 м) косослоистые, с древесными остатками, с линзой туфа (0,3—0,4 м). В средней части туфопесчаники (1,5 м) светло-серые, в основании грубые, сменяются черными туфами (1,5 м) и косослоистыми желтовато-серыми гравелитами (1,5 м). В верхней части (9—10 м) песчаники с линзами глины, остатками древесины и *Mytilus*, *Lentidium*, *Balanus*. 19—20
- J—41. Пачки с 3—4 маломощными прослоями угля, слоистыми песчаниками и алевролитами 6
- 25—42. Песчаники желтовато-серые и темно-серые, с линзами гравелитов. В нижней части (1,5—2 м) гравелитовые и косослоистые, с раковинным детритом, с *Mytilus edulis*, *Lentidium complanatum*, *Littorina littorea*, *Arctica islandica*, *Chlamys tjornesensis*, *Cyrtodaria angusta*, *Macoma obliqua*, *Mya*, *Serripes*, *Neptunea decemcostata*, *N. carinata*, *Littorina aff. saxatilis*, *Natica clausa* (?), *Buccinum undatum*, *Neptunea*. 11

Надъеднесские образования

Стратиграфически выше залегают серые, массивные, базальты (10 потоков), которые достигают более 150 м мощности и вмещают ледниковые образования Фурувик (Strauch, 1963). В нижней, подфурувикской, части (около 100 м) в них отмечены три палеомагнитные зоны: две положительные (нижняя и верхняя) и одна отрицательная.

Слой Фурувик⁵, залегающие на базальтах и их туфах, состоят главным образом из ледниковых отложений, среди которых четко выделяются осадки основной морены (тиллиты), айсберговые (?) и флювиогляциальные отложения. Местами тиллиты расщепляются толщей озерно-ледниковых осадков.

Тиллиты представлены толщами конгломератовидных, плотно сцементированных пород (в обломках — базальты), с хорошо выраженными гляциодинамическими текстурами и закономерным их сочетанием в пласте, с характерными для морен экзоконтактными зонами; на валунах имеются обработка граней и штриховка ледникового типа. Флювиогляциальные отложения, к которым относятся косослоистые галечники (до 5 м мощности), образуют линзы в моренных толщах.

Если образования Фурувика залегают на разных горизонтах подстилающих вулканитов, то перекрывающие их базальты лежат согласно. Причем в верхней части

⁵ Название дано по одноименному заливу (Furuvik).

фурувикских слоев имеется поток нормально намагнитченных базальтов (2,5 м), который отделяется от основной толщи вышележащих вулканитов прослоем конгломератов до 2 м мощностью. В фурувикских слоях найдены остатки *Mascota cf. calcarea*. Общая мощность слоев Фурувика — около 20 м.

Залегающие стратиграфически выше базальты и их лавобрекчии (надфурувикские вулканиты) достигают 50 м мощности и характеризуются положительным знаком намагнитченности. В 15 м от кровли базальты вмещают пачку осадочных пород, которые представлены внизу алевролитами (белесыми, тонкослоистыми, 2 м), вверху — конгломератами (среднегалечными, слоистыми — 3 м). Эти породы иногда сопоставляют с фурувикскими слоями. Выше они перекрываются "серыми" (до 8 м) и "голубыми" (до 6 м) базальтами, которые подстилают отложения Брейдавика. Последние залегают на разных горизонтах упомянутых базальтов.

Толщи, включенные в отложения Брейдавика⁶, отличаются значительной мощностью (180 м) и достаточно разнообразным составом отдельных пачек. В этих отложениях можно выделить три основные части, каждая из которых начинается мощными толщами ледникового генезиса. Нижняя часть (до 85 м) построена сложно; в стратиграфическом порядке ее слагают перечисленные ниже отложения.

	Мощность, м
2-1. Конгломераты, которые западнее мыса Стангархорн местами фашиально замещаются песчаниками и моренными образованиями. Конгломераты косослоистые, крупно-среднегалечные (гальки представлены главным образом базальтами, местами с валунами, с песчаным заполнителем, с глинистоцеолит-карбонатным плотным цементом). Морены обладают всеми характерными признаками (штрихованные, с обработанными гранями валуны, хорошо выраженные гляциодинамические текстуры и т.п.). В песчаниках много гравелитовых линз. К этой толще приурочены маломощные потоки обратно намагнитченных лав базальтов	до 50
3-4-2. Пачка преимущественно песчано-алевролитовых пород, которые в ряде случаев замещаются косослоистыми конгломератами. Песчаники и алевролиты "прилегают" к конгломератам слоя 1, как бы выполняя западины между их "глыбами" и "останцами", и перекрывают их. Они характеризуются ритмичным чередованием тонкослоистых, плитчатых маломощных (0,1-0,3 с) зеленовато-серых песчаников и серых, "кофейных", плотных туфогенных алевролитов, в ряде случаев косослоистых, иногда вмещающих линзы (0,1-1 м) гравелитов и конгломератов (особенно вблизи контакта с подстилающими слой 1 конгломератами) и линзы (0,1-0,3 до 1 м) туфов темно-серых, плотных, псаммитовых; присутствуют также галька и валуны ледового разноса. В нижней части (в 6-7 м от подошвы и выше, в интервале 15 м) в туфогенных алевролитах и прослоях гравелитов содержатся остатки <i>Portlandia intermedia</i> , <i>P. arctica</i> , <i>Mascota cf. calcarea</i> , <i>Propeamussium groenlandicus</i> , <i>Tridonta borealis</i> (?), <i>Acmaea rubella</i> , <i>Nucula tenuis</i> , <i>Nuculana pernula</i> , <i>Portlandia lenticula</i> , <i>Tridonta cf. elliptica</i> , <i>A. montaquii</i> (?), <i>A. crenata</i> (?), <i>Hiatella arctica</i> , <i>Natica clausa</i> , <i>Mytilus sp.</i> , <i>Panomya norvegica</i> , <i>Thracia sp.</i> , <i>Neptunea sp.</i> , <i>Balanus balanus</i>	до 50
3. Конгломераты средне-мелкогалечные, залегающие в виде прослоя или линзы (от 0,1-2 до 4 м), которые выше сменяются ритмично чередующимися (0,05-0,3 м) тонкослоистыми алевролитами и алевролитовыми песчаниками (2-3 м) с редкими обломками раковин <i>Mytilus</i> , <i>Mascota</i>	5-7
5-4. Туфы основного состава кристалло-витрокластические, псаммитовые и алевритовые, черные, очень крепкие, слоистые, в подошве с остатками <i>Mascota calcarea</i> , <i>Mytilus edulis</i> , <i>Seripes groenlandicus</i> , <i>Natica sp.</i> К этой пачке, видимо, приурочены более грубые туфы и потоки прямо намагнитченных лав	6-20

Средняя часть брейдавикских слоев включает следующие пачки:

6-7-5. Конгломераты косослоистые, крупногалечные, с глинисто-цеолит-карбонатным цементом, с галькой базальтов, песчаников, алевролитов и черных туфов, "вложенные" в подстилающие толщи. В них выделяется две пачки: нижняя лежит полого, верхняя — более круто	не менее 20
8-6. Алевролиты светло-серые, отличающиеся микрослоистостью (за счет чередования в 0,2-5 см тонких и песчанистых разностей) и иногда (в сред-	

⁶ Название дано по одноименному заливу (Breidavik), где эти отложения обнажаются.

- ней части особенно) текстурами взмучивания. В нижней части (3 м) они часто песчанистые, в верхней – с большим количеством мелких трещин уплотнения. Фашиально замещаясь, алевролиты иногда включают линзы (до 0,4–2 м) песчаников и гравелитов, а в верхней части – черных туфов (0,2 м). Грубые породы обычно появляются вблизи контактов с подстилающими конгломератами, где мощность алевролитов сокращается до 4–6 м. К этой пачке, видимо, приурочены потоки обратно намагнитченных лав. Алевролиты содержат остатки *Masoma*, *Nucula* около 20
- 9–7. Туфы основного состава синевато-черные, крепкосцементированные, алевролитовые и псаммитовые; отмечены *Nuculana pernula*, *Masoma calcarea* 1
- 10–8. Алевролиты кофейного цвета, менее слоистые, чем в слое 6. По простиранию они несколько меняются как в фашиальном отношении (появляются линзы песчаников), так и в мощности (от 20 до 4–6 м); встречаются маломощные (0,1 м) линзы туфов. В алевролитах содержатся отдельные раковины и линзы с раковинами *Masoma calcarea*, *Nucula tenuis*, *Nuculana pernula*, *Serripes groenlandicus*, *Arctica islandica*, *Mya truncata* (?), *Natica clausa*, *Balanus balanus* до 20
- 12–9. Туфы и туфопесчаники коричневатые, мелко-среднезернистые, массивные, неслоистые, плотные, местами глинистые, с *Arctica islandica*, *Chlamys breidavikensis*, *Masoma calcarea*, *Clinocardium ciliatum*, *Tridonta borealis*, *Cyrtodaria angusta*, *Mya*, *Serripes*, растительным детритом. К основанию пачки приурочены линзы (мощностью до 3 м, протяженностью до 50–60 м) гравелитов и конгломератов, которые содержат раковинный детрит и отдельные раковины *Arctica islandica*, *Mya truncata*, *Mytilus edulis*, *Cyrtodaria angusta*, *Serripes*, *Tridonta borealis*, *Masoma calcarea*, *Balanus balanus*. В верхней части также встречены гравелитовые линзы (0,1–0,7 м) и иногда маломощные линзы туфов псаммитовой размерности 11–12

Верхняя часть брейдавикских слоев включает следующие отложения:

- 13–10. Конгломераты серые, среднегалечные, с глинисто-цеолит-карбонатным цементом, массивные, косогребослоистые, внизу (0,3 м) с детритом раковин *Arctica islandica*, *Tridonta borealis*, *Masoma calcarea*, *Mya truncata*. В нижней части пачки местами присутствуют темно-серые тиллиты – крепкосцементированные, с штрихованными валунами (до 2,5–4 м), содержащие большое количество мелких обломков раковин моллюсков. В верхней части конгломераты включают линзы косослоистых песчаников и местами тонкосолистых алевролитов 4–12
- 14–11. Туфы и туфопесчаники, темно- и зеленовато-серые, мелкозернистые (до алевролитовых), очень крепкие, неслоистые, с мелкими линзами гравелитов, в нижней части (4–6 м) слоистые, с грубозернистыми разностями, иногда с галькой и конкреционными прослоями (0,5 м), с *Masoma calcarea*, *Mya truncata*, *Chlamys*, *Serripes*, *Clinocardium*, в верхней – с *Masoma calcarea*, *Mya truncata*, *Cyrtodaria angusta*, *Mya pseudoarenaria*, *Natica clausa*. В одной из линз (2 м), приуроченной к контакту с подстилающими конгломератами и обогащенной галькой и гравием, вместе с *Clinocardium ciliatum*, *Arctica islandica*, *Masoma calcarea*, *Mya pseudoarenaria*, *M. truncata*, *Mytilus*, *Serripes*, *Natica*, *Balanus* встречаются характерные для пачки *Chlamys breidavikensis* 11–12

Стратиграфически выше брейдавикской толщи согласно залегают базальты (внизу с подушечными лавами), мощность которых более 300 м. В этих базальтах выделяются две палеомагнитные зоны: нижняя, отрицательная (до 50 м мощности), и верхняя, положительная (Einarsson e.a., 1967).

В верхних положительно намагнитченных базальтах отмечаются четыре слоя тиллитов и связанных с ними флювиогляциальных образований. Нижний из них (Raudsgja), мощностью до 30 м, залегает на отрицательно намагнитченных базальтах, будучи приуроченными к самым низам базальтов с нормальным знаком намагнитченности (один из потоков, мощностью около 5 м, находится внутри тиллитов, в 4 м от их основания). Более высокие слои (Crasafjoll и Husavik) приурочены к средней части базальтов. Мощность этих тиллитовых слоев (вместе с флювиогляциальными отложениями) достигает нескольких десятков метров. Верхний моренный слой перекрывает базальты и местами (в районе Halbjarnastadaa) фашиально переходит в морские осадки. Морские слои (приблизительно 5 м)

представлены темно-серыми, косослоистыми, с поверхности светло-серыми, голубоватыми рыхловатыми песчаниками, с линзами глин, в которых встречаются остатки *Nucula* sp., *Portlandia arctica*, *Macoma* cf. *calcarea*, *Tridonta* sp. Эти слои залегают в 50 м над уровнем моря.

В последние годы тьеднесский разрез получил развернутую палеоботаническую характеристику — до этого времени в литературе имелись палеофлористические материалы, касающиеся лишь отдельных пачек его нижней части (Schwarzbach, Pflug, 1956). По данным М.А. Ахметьева, изучавшего макрофлору, а также Л.В. Голубевой и Л.А. Скибы, исследовавших спорово-пыльцевые спектры, в данном разрезе выделено три комплекса флоры (Ахметьев и др., 1974).

Первый приурочен к нижним слоям разреза (низы зоны *Tapes*, около 80 м). В основании разреза обнаружены отпечатки шишек ели, сходные с *Picea excelsa*, побеги *Larix*, остатки тревесной ольхи и ольховника. В целом для комплекса характерно большое количество древесно-кустарниковой пыльцы (особенно *Alnaster*). Кроме пыльцы *Alnaster*, отмечаются *Abies* (1%), *Larix* (до 2,5%), *Picea* (1%), *Pinus* (1%), *Myrica gale* (до 6,5%), *Salix* (до 1,5%), *Alnus* (до 16%), *Betula* (древесная до 8%), *Betula* sect. *Nanae* (до 5%). В спектре травянистых преобладают *Polygonaceae* (13–85, чаще 15–40%), а также встречаются *Ericaceae* (до 3%), *Gramineae* (до 4,5%), *Cyperaceae* (до 1,5%), *Labiatae* (до 1,5%), *Leguminosae* (до 1%), *Rosaceae* (в основном *Sanquisorba* до 5%), *Compositae* (до 6%), *Umbelliferae* (до 1,5%), *Caryophyllaceae* (до 3%), *Rubiaceae* (1%), *Potamogeton* (до 3%), *Sparganium* (2%). Кроме того, в некоторых пробах единично встречается пыльца *Euphorbiaceae*, *Chenopodiaceae*, *Thalictrum*, *Artemisia*, *Nymphaea*, *Ranunculus*, *Papaveraceae*.

Среди споровых присутствуют *Filicales* (0,6–17%), *Selaginella selaginoides* (0–44%), единично — *Ophyoglossum*, *Lycopodium selago* L., *L. annotinum* L., *Sphagnum*, *Bryales*. Соотношение пыльцы древесно-кустарниковых и травянистых растений изменяется в широких пределах. Пыльца первых составляет от 4 до 66% (чаще от 20 до 50%), вторых — 27–93% (чаще 30–50%). Содержание спор колеблется от 3 до 44%.

Второй комплекс приурочен к верхней половине угленосной части тьеднесской толщи (от переходных слоев между пачками "В" и "С" до пачки "F", т.е. до середины зоны *Mastra*). Для него характерны сокращение содержания пыльцы древесных (за исключением двух локальных пиков *Alnus* и *Betula* в пачках "D" и "F"), большое участие *Salix*, увеличение содержания пыльцы травянистых, причем наряду с *Polygonaceae* существенная роль принадлежит *Cyperaceae*. Почти во всех пробах в заметном количестве присутствует пыльца *Ericaceae*, *Rosaceae*, *Gramineae*, *Ranunculaceae*. Единично отмечается пыльца *Chenopodiaceae*, *Myriophyllum*, *Caryophyllaceae*, *Cruciferae*, *Saxifragaceae*, *Leguminosae*, *Umbelliferae*, *Polemoniaceae*, *Labiatae*, *Valerianiaceae*, *Rubiaceae*, *Onagraceae*, *Crassulaceae*, *Compositae*, *Artemisa*. В отдельных пробах из прослоев углефицированных пород возрастает содержание пыльцы водных растений (*Potamogeton*, *Alisma*). Количество споровых колеблется от 0 до 33%, обычно не превышая 5–7% (*Polypodiaceae*, *Sphagnum*, *Lycopodium*, *Selaginella*).

Для пачки "С" характерно крайне невысокое содержание пыльцы древесных (8%), относящейся преимущественно к *Alnaster*, *Alnus* и *Betula*. Среди травянистых (более 90%) доминирует пыльца *Cyperaceae* и *Polygonum*. В количестве более 5% присутствует пыльца *Rosaceae* (преобладает *Sanquisorba*) и *Gramineae*. Споры встречаются единично.

Для пачки "D" по сравнению с "С" характерно несколько большее участие пыльцы древесных (до 26%) при преобладании *Alnaster*. Высокое содержание в одной из проб этой пачки древесной пыльцы *Alnus* (115 зерен — 38%) и *Betula* sect. *Albae* (50 зерен — 16%) при сокращении пыльцы *Alnaster* до 3%, возможно, указывает на локальное потепление. В составе травянистой пыльцы доминируют *Cyperaceae* и *Polygonaceae*, в заметном количестве встречается пыльца *Gramineae*, водных (*Alisma*, *Potamogeton*, *Sparganium* и др.), *Ranunculaceae*, *Rosaceae* и других растений. В одной пробе установлены споровые, главным

образом *Polypodiaceae* (до 33%). В базальных слоях "F" были собраны отпечатки листьев и плодов различных растений. В древесно-кустарниковой части спектра здесь отмечаются *Larix* (1%), *Pinus* sect. *Eupytis* (1%), *Myrica* и *Salix* (1%), *Alnus* (до 32%, обычно до 10–15%), *Alnaster* (до 49%), *Betula* sect. *Albae* (до 3%), *Betula* sect. *Nanae* (до 10%), *Betula* sect. (1%), *Fruticosa*. Пыльца семейств *Ericaceae* и *Rosaceae* частично также принадлежит кустарниковым формам, что подтверждается находками здесь листовых отпечатков *Rosa* и *Rhododendron*. В составе травянистых, количество которых 40–50%, а в отдельных пробах более 90%, преобладает пыльца *Polygonaceae*, *Cyperaceae*, *Ranunculaceae*, *Rosaceae*, *Ericaceae*, *Gramineae*. Содержание споровых, главным образом *Polypodiaceae*, не превышает 22% (обычно 5–10%).

Из макроостатков, впервые обнаруженных в этом горизонте, определены *Equisetum*, *Abies* (хвоя), *Picea* (шишки), *Larix* (шишки и побеги), *Myrica*, *Salix* (мас-совое количество отпечатков листьев, принадлежащих двум видам), *Betula* (окрыленные семена и листья), *Alnus* ex gr. *glutinosae*, *Alnaster* (листья и сережки), листья *Rosa* и *Rhododendron*. В разных слоях пачки встречаются стебли и колоски *Gramineae*, листья *Potamogeton*.

Третий комплекс, приуроченный к пачке "J" (верхняя часть зоны *Serripes*), характеризуется весьма небольшим содержанием пыльцы древесно-кустарниковой группы (лишь в одной пробе пыльца *Alnaster* составляет 29% и обнаружены единичные зерна *Salix* и *Betula* sect. *Nanae*. Много пыльцы травянистых – от 69 до 99%, здесь резко преобладают *Gramineae* (до 52%), не встречающиеся в таком количестве в двух нижних горизонтах, *Cyperaceae* (до 35%) и *Polygonaceae* (до 28%), заметное количество составляет пыльца *Ranunculaceae*, *Labiatae* и *Sanguisera*, пыльца остальных травянистых встречается единично (*Caryophyllaceae*, *Cruciferae*, *Saxifragaceae*, *Leguminosae*, *Umbelliferae*, *Valerianaceae*, *Compositae*, *Artemisia*), споры отсутствуют.

Спектры отложений Брейдавика мало отличаются от спектров третьего комплекса. Пыльцы деревьев и кустарников немного. Пыльцы *Alnaster* становится меньше по сравнению с нижними горизонтами. Кроме нее, присутствует лишь пыльца *Salix*, *Betula* ex sect. *Albae*, *Betula* ex sect. *Nanae* и *Alnus*. Последняя в количестве до 30% отмечается в туфоалевролитах и туффитах, залегающих на нижних конгломератах. Пыльца берез, напротив, установлена в пробах из верхних горизонтов этой толщи. Состав травянистых растений сохраняется (*Gramineae*, *Cyperaceae*, *Ericaceae*, *Polygonaceae*, *Ranunculaceae*, *Rosaceae*, *Leguminosae*, *Rubiaceae*, *Compositae*. Среди пыльцы водных растений – *Potamogeton* и *Alisma*. Спор немного. Лишь в одной из проб споры *Polypodiaceae* составляют более 50%. Единично присутствуют споры *Selaginella selaginoides*, *Lycopodium clavatum*, *L. annotinum*, *L. pungens*, *Sphagnum* и *Eryales*.

КОМПЛЕКСЫ МОЛЛЮСКОВ ИСЛАНДСКОГО РАЗРЕЗА

Анализ моллюсков показывает, что в разрезе п-ова Тьеднес выделяется целый ряд "слоев с фауной". По преобладанию в них отдельных родов и видов Бардарсон еще 50 лет назад дал многим из этих слоев собственные названия. Некоторые из них прекрасно узнаются в разрезе и сейчас. Особенно четко они выделяются в верхней половине отложений Тьеднеса, где имеются маркирующие прослои ракушняка.

Проведенное автором изучение разреза показало, что в ряде случаев некоторые слои Бардарсона можно детализировать и на этой основе выделить более 50 слоев, которые достаточно легко узнаются на местности: в зоне *Tapes* – 11, в зоне *Mactra* – 16, в зоне *Serripes* – 15, в образованиях Брейдавика – 11 (см. рис. 12, вкл.).

Образование тех или иных слоев с фауной обусловлено в первую очередь особенностями седиментации и палеогеографических условий древнего бассейна. Поэтому каждый слой является прежде всего показателем фациальной обстановки отдельного момента прошлого. Вместе с тем рассмотренные в совокупности эти слои позволяют судить о смене комплексов, связанной с причинами более

общего порядка: с эволюцией отдельных групп, миграциями фауны, ее зависимостью от изменений климата и т.п. Достаточно четко в стратиграфическом порядке здесь сменяются три комплекса моллюсков, которые характеризуют соответственно три горизонта. Первый (I) комплекс приурочен к зоне *Tapes* и зоне *Mastra*, второй — к зоне *Serripes* (II), третий — к толще Брейдавика (III). В верхней части разреза (осадочные слои в базальтах, перекрывающих толщу Брейдавика) намечается также четвертый комплекс, который, к сожалению, охарактеризован недостаточно полно.

ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТАВА КОМПЛЕКСОВ

Комплекс I. Моллюски этого комплекса встречены в слоях 1–27 (зоны *Tapes* и *Mastra*). Среди них особенно характерны *Venerupis rhomboides*, *Spisula arcuata*, *Arctica islandica*, *Lentidium complanatum*, "*Cardium*" aff. *decorticatum*, *Acanthocardia echinata*, *Abra alba*, *Polinices catenoides*, *Cingula* cf. *semicostata*, а из усоногих — *Balanus hopkins*. При этом некоторые формы, прежде всего *Arctica* и *Lentidium*, в обилии встречаются и в вышележащих слоях.

В горизонте I, который характеризуется рассматриваемым комплексом моллюсков, по смене отдельных видов с некоторой долей условности можно выделить три более мелких подразделения — подгоризонта. Нижний из них (а) в целом отвечает зоне *Tapes* (слои 1–11). Для него характерными и только ему свойственными являются *Venerupis perovalis*, *V. rhomboides*, *V. aff. aurea*, *Mytilus* aff. *edulis*, "*Cardium*" aff. *decorticatum*. Помимо них, впервые появляются *Spisula* aff. *arcuata*, *Polinices catenoides*, и видимо, *Abra alba*, получающие широкое развитие в следующем подгоризонте.

Средний подгоризонт (b) соответствует нижней половине зоны *Mastra* (слои 12–21). Помимо "*Mastra*" (т.е. *Spisula*), в нем отмечаются характерные *Abra alba*, *Nucula nucleus*, *Tellina* cf. *ventricosa*, *Modiolus modiolus*, *Polinices hemiclausus*, которые в подстилающих и перекрывающих толщах практически отсутствуют. В этом подгоризонте исчезают упомянутые выше *Venerupis*, "*Cardium*" aff. *decorticatum* и впервые появляются виды, проходящие в вышележащие слои, — *Cyrtodaria angusta*, *Acanthocardia echinata*, *Chlamys tjornesensis*, *Zirfaea crispata* и др. Здесь же отмечаются *Cingula semicostata*, *Polinices catenoides*, *Balanus hopkins*, которые встречались в подстилающем подгоризонте.

Верхний подгоризонт (с), охватывающий верхнюю часть зоны *Mastra* (слои 22–27), охарактеризован сопровождающими *Spisula arcuata* видами: *Glycymeris glycymeris*, *Searlesia costifera*, *Patella vulgata*, которые в более низких и в более высоких горизонтах не встречаются. Вместе с ними здесь отмечается и ряд впервые появляющихся в разрезе видов, переходящих в горизонт II: *Pygocardia rustica*, *Chlamys tjornesensis*, *Buccinum* ex gr. *inexhaustum*, *Gibbula occidentalis*, *Searlesia lundgrenii*, *Nassa* cf. *reticosa*. Одновременно здесь же исчезают *Acanthocardia echinata*, *Zirfaea crispata*, *Polinices catenoides* (и, видимо, *Balanus hopkins*).

Таким образом, в комплексе I достаточно четко выделяются три части, характеризующие соответственно три подгоризонта. Фаунистические ассоциации каждого из них обнаруживают не только сходство (наличие общих *Venerupis*, *Spisula*, *Natica*), но и некоторые различия. Особенно интересен в этом отношении подгоризонт (с), где появляется несколько новых видов, развитых в более высоких слоях. Однако надо помнить, что в отличие от подгоризонтов (а) и (b), которые соответствуют угленосно-морским толщам разреза, подгоризонт (с) приходится на чисто морскую его часть (с большим количеством ракушняков), что, естественно, может явиться причиной определенных отличий в составе фаунистических ассоциаций.

Комплекс II. Моллюски этого комплекса приурочены к слоям 28–42 (зона *Serripes*), отнесенным к горизонту II. Здесь исчезают многие формы, типичные для подстилающих толщ, такие, как *Venerupis*, *Glycymeris*, "*Cardium*" aff. *decorticatum*, *Acanthocardia*, *Nucula nucleus*, *Abra alba*, *Zirfaea crispata*, *Polinices*

catenoides, *Cingula semicostata*. Особенно характерными для него являются широко развитые *Serripes groenlandicus*, *Arctica islandica*, *Clinocardium ciliatum*, *Macoma praetenuis*, *M. obliqua*, *Astarte montagui*, *A. aff. sulcata*, *Mya pseudoarenaria*, *Natica clausa*, *Polinices aff. pallidus*, *Admete southouyi*, *Sipho olavii*, *Neptunea decemcostata*, *Buccinum undatum*, *Lora borealis*. Часть видов комплекса переходит в более верхние слои Брейдавика: *Arctica*, *Serripes*, *Clinocardium ciliatum*, *Mya pseudoarenaria*, *Cyrtodaria angusta*, *Macoma calcarea*, *Natica clausa*, *Buccinum groenlandicum*. Другая часть обнаруживает сходство с фауной подстилающего горизонта. Однако наибольшая группа моллюсков — впервые появившихся в разрезе (*Serripes*, *Macoma*, *Astarte*, *Sipho*, *Neptunea*, *Lora*) — свойственна только данному комплексу.

В горизонте II по изменению состава ассоциаций в разрезе намечаются три подгоризонта. Нижний (а) включает слои 28—32. Именно в этой части разреза появляется большинство видов, характерных для комплекса II. Вместе с ними также отмечаются *Yoldia myalis*, *Cardium fasciatum*, *Parvicardium ovale*, *Searlesia cf. bjornssoni*, *Actaeon tornatilis*, *Sipho aff. exiquis*, определяющие специфику нижнего подгоризонта. Здесь же встречены зубы акул *Isurus hastalis*.

Второй подгоризонт (b) соответствует слоям 33—37 (или 41). Помимо многочисленных видов, общих с таквыми ли подстилающего подгоризонта, он содержит только ему свойственные формы — *Astarte basterotti*, *Venericardia borealis*, *Neptunea cf. subantiquata*, *L. decussata tjornesensis*, *Anomalosipho verkrüzeni plicifera*.

Обращают на себя внимание самые верхние слои (42) горизонта II, которые, видимо, следует выделить в самостоятельный подгоризонт (с). Здесь чрезвычайно характерными являются многочисленные *Littorina littorea* и *L. aff. saxatilis*, которые сопровождаются *Arctica*, *Lentidium*, *Mytilus*, *Chlamys*, *Neptunea*, переходящими сюда из подстилающих подгоризонтов.

В целом горизонт II отличается от нижележащего горизонта I резкой сменой комплексов моллюсков, которая происходит в практически однородных фациях разреза. Здесь исчезают многие виды комплекса I и в большом количестве появляются новые — как двустворчатые, так и брюхоногие моллюски. Хотя в горизонте можно выделить два или три подгоризонта, отличающиеся некоторыми видами, в общем комплекс II является достаточно устойчивым.

Комплекс III. Ископаемые остатки этого комплекса заключены в отложениях Брейдавика (горизонт III). Для него характерны: *Portlandia arctica*, *P. intermedia*, *Serripes groenlandicus*, *Clinocardium ciliatum*, *Arctica islandica*, *Mya truncata*, *Macoma calcarea*, *Nucula tenuis*, *Nuculana pernula*, *Tridonta borealis*, *Chlamys breidavikensis*, *Propeamussium groenlandicus*, *Acmaea rubella*, *Natica clausa*, *Balanus balanus*. Комплекс III значительно беднее комплекса II. В нем отсутствуют многие виды более низких слоев: *Pygocardia rustica*, *Chlamys tjornesensis*, *Astarte basterotti*, *Venericardia borealis*, *Macoma obliqua*, *Gibbula occidentalis*, *Sipho olavii*, *Searlesia*, *Admete*, *Lora*. Впервые появляются *Portlandia arctica*, *P. intermedia*, *Propeamussium groenlandicus*, *Tridonta borealis*, *Nucula tenuis*, *Mya truncata* и др. Но несколько форм переходит сюда из подстилающего горизонта (*Arctica islandica*, *Macoma calcarea*, *Natica clausa*, *Hiatella arctica*, *Clinocardium ciliatum*, *Musculus niger*, *Cyrtodaria*, *Serripes*). В горизонте III можно наметить два подгоризонта (хотя они достаточно условны). Нижний из них (а) характеризуется *Portlandia arctica*, *P. intermedia*, *P. lenticula*, *Propeamussium groenlandicus*, *Acmaea rubella* (слой 2), верхний (b) — *Chlamys breidavikensis* и другими сопровождающими видами: *Clinocardium*, *Nucula*, *Nuculana*, *Mya*. Комплекс III в целом резко отличается от комплекса II.

Как уже говорилось, на материалах тьеднеского разреза можно выделить еще один комплекс — IV, который приурочен к верхней части разреза, а именно к морским осадкам, связанным с образованиями последнего оледенения. В этих осадках, залегающих в 50-метровой морской террасе, отмечены ныне живущие *Portlandia arctica*, *Macoma calcarea* и остатки *Nucula* и *Tridonta*.

К сожалению, отсутствие палеонтологических остатков в подстилающих слоях (выше уровня Брейдавика) и бедность настоящего комплекса не позволяют дать ему развернутую характеристику. Можно лишь отметить, что он, судя по материалам других районов, содержит лишь современные формы, которые типичны для северо-бореальных и арктических областей (*Tridonta elliptica*, *T. borealis*, *Astarte montagui*, *Nuculana minuta*, *Chlamys islandicus*, *Mya truncata* и т.д.).

АНАЛИЗ КОМПЛЕКСОВ

Выше уже отмечалось, что комплексы моллюсков резко отличаются друг от друга систематическим составом. Отличаются они также и по количеству (абсолютному и относительному) вымерших и ныне живущих видов; появившихся новых форм и биогеографическому типу.

Комплексы ископаемых моллюсков включают около 100 видов: 56—57 видов — двустворчатые и 44—46 видов — брюхоногие моллюски. В количественном отношении виды распределены по комплексам неравномерно: в комплексе I отмечено 37, в комплексе II — 73 и в комплексе III — 27 видов (табл. 8)⁷. При этом двустворки представлены в комплексах I, II и III соответственно 23, 33 и 22 видами.

Конечно, все дальнейшие подсчеты из-за возможной неполноты палеонтологического материала могут оказаться в каком-то отношении не совсем точными. Однако, несмотря на это, общая тенденция в изменении комплексов улавливается достаточно определенно.

Комплексы резко отличаются прежде всего по количеству новых видов, появившихся в соответствующих горизонтах и их частях. В верхней части горизонта I (зона *Mastra*) таких видов отмечено 21 (из них 10 — двустворок), во II горизонте их количество заметно увеличивается — до 57 (26 двустворок) и, наконец, в горизонте III отмечается 13 новых видов (11 двустворок).

Заметим, что не все впервые появившиеся в разрезе виды являются "новыми" с точки зрения их возникновения. Хотя часть видов и является таковыми, отдельные формы могут считаться "новыми" только с позиции их первого появления в определенных горизонтах данного разреза. Количество вымерших форм меняется от комплекса I к комплексам II и III соответственно следующим образом: 16; 17; 1—2 (двустворки — 9; 10; 1—2), что составляет по отношению к общему числу соответствующих групп 40, 23 и 4—8% (двустворки — 39, 30 и 4—9%). Таким образом, налицо явная тенденция к уменьшению числа вымерших видов в более молодых комплексах.

Достаточно резко отличаются комплексы и по своей биогеографической характеристике. Комплекс I включает в основном южнобореальные и бореальные виды (*Nucula nucleus*, *Venerupis rhomboides*, *V. perovalis*, *Glycymeris glycymeris*, *Abra alba*, *Patella vulgata*, *Searlesia costifera*, *Cingula cf. semicostata* и др.). В отличие от него комплекс II характеризуется большой группой бореальных форм, которые появляются в разрезе на уровне горизонта II (*Yoldia*, *Musculus*, *Serripes*, *Ensis*, *Panomya*, *Astarte basterotti*, *A. montagui*, *Macoma praetenuis*, *M. obliqua*, *Mya pseudoarenaria*, *Buccinum ex gr. inexhaustum*, *Neptunea decemcostata*, *Natica clausa*, *Admete coutouyi* и др.). Несмотря на появление бореальных видов, нельзя сказать, чтобы комплекс II был очень "холодным": он значительно разнообразнее комплекса III и отличается от него рядом достаточно тепловодных видов, которые сейчас не живут в этих широтах, а обитают в южнобореальных областях (*Lentidium*, *Parvicardium*, *Acanthocardia*, *Littorina*, *Gibbula*, *Searlesia*, *Actaeon* и др.).

Наконец, комплекс III, который является самым бедным и включает практически только ныне живущие виды (к вымершим здесь относятся лишь *Chlamys breidavikensis* и, возможно, *Macoma aff. praetenuis*), в целом может считаться северобореальным. К нему относятся типично северобореальные *Nucula*

⁷ Для количественного анализа взято 57 видов двустворок и 44 вида гастропод.

Таблица 8

Распространение и соотношение новых и вымерших видов моллюсков
в разных комплексах плиоцен-плейстоцена Исландии

Моллюски	Комплексы и горизонты					
	I			II		III
	Зоны					Брейда- вик
	Tapes-Mactra			Serripes		
	a	в	с	а	в	а-в
Общее число видов Пелециподы	9	9-10	10-11	22	25	
		14				
	23			33		22
Гастроподы	2	4	9			
		12		26	34	
	14			40		5
Всего	11	14	20	48	59	
		26				
	37			73		27
Число новых видов Пелециподы		6	4	16-17	9	
	10			26		11
Гастроподы		3	8	21	11	
	11			31		2
Всего		9	12	37	20	
	21			57		13
Число вымерших видов Пелециподы	5	1	4			
		4		7	8	
	9			10		1-2
Гастроподы	1-2	2	4	5	5	
		5				
	6-7			7		0
Всего	6-7	3	8	12	13	
		9				
	15-16			17		1-2
Содержание вымерших видов, % Пелециподы от общего числа видов пелеципод	56	10	37			
		29		32	32	
39			30		4-9	
Гастроподы от общего числа видов гастропод	50	50	45			
		42		19	15	
	43			17		0
Всего от общего числа видов	55	22	40	25	22	
		35				
	40			23		4-8

tenuis, Nuculana pernula, Tridonta borealis, арктические Portlandia arctica, Proreamussium groenlandicus и др.

Таким образом, вверх по разрезу комплексы делаются относительно холоднее. Правда, более детальные исследования могут внести коррективы в эту наметившуюся "климатическую" схему при выявлении более тонких климатических изменений прошлого. Например, Штраух указывает на момент похолодания во время накопления горизонта I, ибо на уровне 7–8 -го горизонтов, по его номенклатуре (13–17 слои – по нашей), он отмечает появление относительно холодноводных форм (Mya, Clinocardium). Однако это заключение нуждается еще в уточнении: указанный Штраухом интервал приходится на фашиально различные толщи, которые именно в связи с этим по сравнению с ниже- и вышележащими слоями могли иметь несколько иную палеонтологическую характеристику, принципиально не отличаясь от них⁸.

Со своей стороны мы можем указать на фауну слоя 42-го горизонта II, где отмечены Littorina и другие, сравнительно теплолюбивые формы, что может указывать на имевшееся относительное потепление в прошлом. Однако и здесь требуются дополнительные доказательства того, что появление этих форм в разрезе не связано с развитием на этом уровне определенных фаций. В целом же отмеченная общая направленность смены тепловодных комплексов более холодноводными выражена достаточно четко.

Данные, приведенные в табл. 8, позволяют видеть, что не только горизонты, но и подгоризонты имеют достаточно заметные отличия. В них меняется число видов (в подгоризонтах "а", "b", "с" горизонта I – 11:14:20, в подгоризонтах "а", "b" горизонта II – 48:59). Изменяется количество "новых" видов в разрезе (I ("b", "с") – 9:12; II ("а", "b") – 37:20), что особенно резко подчеркивает своеобразие подгоризонтов. Наконец, вверх по разрезу заметно уменьшается процент вымерших форм (I ("а", "b + с") – 55:35; II ("а", "b") – 25:22). Такое подразделение горизонтов на более дробные части может быть использовано в расшифровке палеогеографических условий прошлого и в корреляции исландских толщ с толщами сопредельных районов.

Анализ комплексов будет неполным, если не остановиться еще на одной важной их характеристике – составе комплексов, с точки зрения приуроченности ареалов распространения относящихся к ним видов к определенным бассейнам и первого появления этих видов в Атлантической и Тихоокеанской акваториях. Дело в том, что, как говорилось выше, появление остатков какого-либо вида в исландском разрезе еще не означает, что этот вид возник во время накопления толщ, вмещающих его остатки. Он мог возникнуть гораздо раньше в другом бассейне (например, Тихоокеанском) и появиться в районе Исландии лишь в более позднее время.

С этой точки зрения, данные по двустворчатым моллюскам Исландского плиоцен-плейстоцена дают следующие результаты. Около 35 видов двустворок, обнаруженных в разрезе, обитали и обитают только в Атлантическом бассейне (Nucula nucleus – с палеогена, Glycymeris glycymeris – с плиоцена, Astarte basteroti – с миоцена, Pygocardia rastica, Arctica islandica – с плиоцена, Abra alba – с миоцена). Несколько атлантических видов, судя по времени их появления в арктической и тихоокеанской области, мигрировали из Атлантики в Пацифику – в миоцене (Hiatella arctica) и главным образом в плейстоцене (Nuculana minuta, Macoma obliqua, Zirphaea crispata, Portlandia arctica, видимо, представители Chlamys, Ensis и др.).

С другой стороны, до 12–13 видов исландского разреза имеют тихоокеанское происхождение⁹ (Nucula tenuis – известна в Тихом океане с миоцена (?), Nuculana pernula – с плиоцена, Mytilus edulis – с миоцена, Musculus niger – с мио-

⁸ Нами на этом уровне Clinocardium ciliatum не обнаружен.

⁹ Мак-Нейл указывает на 12 видов двустворок тихоокеанского происхождения (Durham, MacNeil, 1967).

цена, *Tridonta borealis* -- с плиоцена, *Macoma calcarea* -- с олигоцена (?), *Mya truncata* -- с миоцена, *Serripes groenlandicus* -- с миоцена, *Clinocardium ciliatum* -- с миоцена. Они появились в Атлантике несколько позднее, чем в Тихом океане (*Nuculana pernula*, *Musculus*, *Macoma calcarea*, *Serripes*, *Clinocardium* -- в плиоцене, *Nucula tenuis*, *Nuculana pernula*, *Tridonta borealis*, *Mya truncata* -- в эоплейстоцене). При этом основная часть видов тихоокеанского происхождения в исландском разрезе появляется на уровне горизонта II, что и обусловило резкое отличие комплекса II от комплекса I.

Хотя некоторые из приведенных данных и нуждаются в уточнениях, общая тенденция в изменении комплексов выглядит, видимо, достаточно четко. Что касается гастропод, то из-за недостатка и противоречивости литературных материалов, анализировать их с этой точки зрения в целом труднее, хотя сейчас и имеются новые данные по отдельным родам (*Natica*, *Neptunea*). Можно лишь отметить, что большая часть видов исландских гастропод имеет атлантическое происхождение (*Patella*, *Helcion*, *Astrea*, *Anomalosipho* и др.), однако ряд форм имеет и тихоокеанские корни (*Admete*, *Vuccinum*, *Natica*, *Lora*, *Neptunea* и др.; Мак-Нейл указывает до 18 видов).

Как уже говорилось, комплексы моллюсков отличаются друг от друга не только своим биогеографическим составом и содержанием вымерших видов, но и общим количеством относящихся к ним видов. При этом, если комплекс II гораздо богаче более "молодого" комплекса III (73 и 27 видов соответственно), то комплекс I (37 видов) менее разнообразен по сравнению с "молодым" комплексом II. Относительная бедность комплекса III не вызывает особого удивления: исчезновение и вымирание многих бореальных плиоценовых видов могло быть связано с эоплейстоценовым похолоданием.

Возможно, состав фауны подгоризонтов "а" и "b" горизонта I в значительной мере обусловлен фациальными особенностями пород: эти подгоризонты приходятся на угленосные и связанные с ними прибрежные образования, содержащие грубо-обломочные осадки со значительным количеством растительного детрита и т.п. Для этих толщ характерна однообразная фауна, включающая *Venerupis* и *Spisula*, которые сопровождаются *Mytilus aff. edulis*, "*Cardium*" *aff. decorticatum*, *Nucula nucleus*, *Abra alba*, *Arctica islandica*.

Подгоризонт "с" в фациальном отношении (мелководные морские песчаники с прослоями и линзами ракушняков) ближе к вышележащим толщам, чем к подгоризонтам "а" и "b". Возможно, именно это обстоятельство является причиной некоторых изменений в фауне подгоризонта "с" в сравнении с более древней фауной.

В целом же, суммируя высказанное, можно отметить, что в плиоцен-плейстоценовых толщах Исландии четко выделяются четыре комплекса моллюсков.

Комплекс I содержит относительно большое количество вымерших видов (40%) и является южнобореальным -- бореальным.

Комплекс II имеет более низкое, хотя и значительное содержание вымерших форм (23%) и относится к бореальному типу; его отличительная черта -- появление заметного количества видов тихоокеанского происхождения.

Комплекс III характеризуется крайне низким содержанием вымерших видов (1-2 формы, что составляет 4-8% общего числа видов) и принадлежит северо-бореальному типу.

Что касается комплекса IV, то он, насколько об этом можно судить по имеющимся данным, характеризуется лишь ныне живущими видами северо-бореального типа.

СРАВНЕНИЕ С КОМПЛЕКСАМИ ДРУГИХ РАЗРЕЗОВ ИСЛАНДИИ -- СНАЙФЕДЛЬСНЕСА И ВИКА

Помимо описанного разреза п-ова Тъеднес, в Исландии имеются еще два разреза верхнего кайнозоя, охарактеризованные фауной. Один из них -- на юге Исландии, в районе Вика (*Vik*), представлен палагонитовыми туфами (мощностью до нескольких десятков метров), вмещающими отдельные обломки (ксенолиты) песчаников. Последние включают остатки моллюсков: *Nucula tenuis*, *Mytilus edulis*, *Astarte cf.*

sulcata, Arctica islandica, Acanthocardia echinata, Chione gallina, Spisula cf. elliptica, Abra cf. abra, Scrobicularia plana, Macoma obliqua, M. calcarea, Cyrtodaria angusta, Actaeon noae, A. tornatilis, Adeorbis cf. pulchralis, Nassa (?) prismatica, Hydrobia ulvae, Nucella (Purpura) lapillis, Natica clausa, Turritella tricarinata и др. (Askelsson, 1960a; E.Einarsson, 1968).

Наибольшее сходство эта фауна, как уже указывалось исландскими исследователями, имеет с комплексом зоны Serripes п-ова Тьеднес. В пользу этого свидетельствует наличие общих характерных форм — *Astarte sulcata*, *Macoma obliqua* и др. В комплексе, в частности, имеются восемь вымерших видов (*Pygocardia rustica*, *Turritella tricarinata* и т.п.), четыре современных вида, которые сейчас не обитают у берегов Исландии, и 12 видов, живущих около Исландии. Этот комплекс является более тепловодным, нежели современные донные ассоциации.

В литературе высказываются предположения, что палагонитовые туфы района Вика имеют возраст, близкий к возрасту ксенолитов с фауной. Подобное нахождение ксенолитов (с остатками четвертичных моллюсков) отмечается в продуктах извержения соизреженных вулканов. Например, в вулканогенных толщах Суртсея (извержение 1967 г.) встречаются обломки пород с остатками 19 видов моллюсков, 29 фораминифер и др. (Alexandersson, 1972; Simonarson, 1974). В ксенолитах пород извержения 1973 г. на о-ве Хеймей также обнаружены остатки четвертичных моллюсков.

Второй разрез верхнего кайнозоя находится на западе Исландии, на п-ове Снайфедльснес (*Snaifellsness*); после тьеднесского разреза он является наиболее представительным. Здесь имеется толща осадочных пород, мощность которой достигает нескольких десятков метров. Наиболее полно она обнажена на горе Стед (*Stöd*), где на третичных базальтах (темно-серых, миндалекаменных, со следами ледниковой обработки на поверхности) стратиграфически снизу вверх залегают:

	Мощность, м
1. Тиллит серый, плотный, с большим количеством обломков и глыб подстилающих пород	до 2
2. Алевролиты кофейного, коричнево-серого цвета, очень крепкие, плотные, местами песчаные, с вулканическим стеклом, с обломками базальтов, при выветривании — мелкощебенчатые; в отдельных линзах тиллитоподобных гравелитов и алевролитов встречаются остатки раковин <i>Hiatella arctica</i> , <i>Tridonta</i> sp	4—8
3. Тиллит с включенными в нижней части захваченных "линз" алевролитов, содержащих раковины <i>Tridonta borealis</i> , <i>Astarte ex gr. montagui</i> , <i>Hiatella arctica</i> , <i>Macoma cf. calcarea</i> , <i>Venericardia cf. borealis</i> , <i>Scala cf. groenlandica</i> , <i>Portlandia</i> sp., <i>Balanus</i> sp. Остатки раковин отмечены также и в тиллите (1—2 м в нижней части). Раковины двустворок часто раздавлены, иногда перекристаллизованы; местами встречаются в практически ненарушенном виде (по две створки); временно образуют небольшие скопления (например, <i>Hiatella</i>). Для тиллита характерно чешуйчатое строение. В обломках и гальке преобладают базальты; в меньшем количестве присутствуют кислые породы	до 6
4. Алевролиты серые, мусорные, с большим количеством гравия и гальки базальтов; особенно много гальки в нижней и средней частях. Внизу — остатки <i>Hiatella cf. arctica</i> , <i>Macoma cf. calcarea</i>	7
5. Тиллитоподобные породы менее грубые, чем нижние тиллиты, более глинистые; галька приурочена к основанию пачки	1,5—2
6. Песчаники обохренные и алевролиты серые, тонкие, листоватые, с плитчатой отдельностью	1,5—2
7. Песчаники и гравелиты косослоистые, сильно ожелезненные, образующие пропластки 0,3 м, которые включают прослой (0,1—0,2 м) тонкослоистых обохренных песчаников	2
8. Алевролиты и песчаники обычно неясно слоистые, но иногда тонкослоистые, плитчатые, в самой верхней части с остатками флоры <i>Salix cf. glauca</i> , <i>S. cf. candida</i> , <i>Ledum</i> sp., <i>Andzomeda</i> sp., <i>Vaccinium</i> sp.	8
9. Гравелиты и грубозернистые песчаники, косослоистые, черные, со слоями 0,2—0,5 м; в подошве и в 2—2,5 м от основания в светлых песчаниках найдены остатки флоры <i>Salix cf. candida</i> , в верхней части (в 1,5 м от кровли) плотные алевролиты также содержат остатки <i>Salix</i>	до 10
10. Базальты серые, миндалекаменные, со столбчатой отдельностью	до 50

Базальты обратно намагничены. Радиологический возраст самых нижних потоков (по калий-аргону) — $1,12 \pm 0,9$ млн лет. Выше них залегают тиллиты (около 5 м) и палагонитовые туфы (до 10 м), которые вновь перекрываются базальтами, также обратно намагниченными.

В соседних районах полуострова (Буландсгиля, Мавахлиде, Оласвике) осадочная толща охарактеризована *Nucula tenuis*, *Nuculana pernula*, *Portlandia cf. arctica*, *P. cf. intermedia*, *Macoma calcarea*, *Astarte montagui*, *Arctica cf. islandica*, *Mya cf. pseudoarenaria*, *Natica cf. clausa* и др.

Комплексы п-ова Снайфедльснес обнаруживают большое сходство с комплексами отложений Брейдавика (наличие общих *Portlandia intermedia*, *P. arctica*, *Tridonta borealis*, *Macoma calcarea*, *Nuculana pernula*, *Nucula tenuis*, *Mya truncata*).

В пользу корреляции осадочных толщ названных районов свидетельствуют и палеомагнитные данные, показывающие в обоих случаях приуроченность осадков к фауне к зоне Матуяма. Наличие радиологической датировки в базальтах, перекрывающих осадочную толщу Снайфедльснеса — $1,12 \pm 0,9$ млн лет, может, видимо, указывать на то, что эта толща отвечает нижней части отложений Брейдавика.

КОРРЕЛЯЦИЯ ИСЛАНДСКИХ ТОЛЩ С РАЗРЕЗАМИ СОПРЕДЕЛЬНЫХ РАЙОНОВ И ИХ ВОЗРАСТ

СРАВНЕНИЕ ПЛИОЦЕН-ПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ КОМПЛЕКСОВ ИСЛАНДИИ С КОМПЛЕКСАМИ АНГЛИЙСКОГО РАЗРЕЗА. ГОРИЗОНТЫ БАСЕЙНА СЕВЕРНОГО МОРЯ

Наиболее близким исландскому разрезу — географически и стратиграфически — является разрез плиоцен-плейстоцена Англии. Поэтому английские толщи, которые богато охарактеризованы фауной (прежде всего моллюсками, описанными в классических работах Вуда и Хармера), всегда служили эталоном для корреляции исландских горизонтов. Заметим, кстати, что этот разрез в свое время послужил для Лайеля типом для выделения "плиоцена" и еще с прошлого века рассматривался как опорный для всей Северной Европы (по Лайелю, плиоцен содержал 49% ныне живущих видов, причем его "новый плиоцен" включал 96% таких видов).

Доледниковые плиоцен-четвертичные толщи Англии расчленены на Коралиновый и Красный Краги, Исен и Кромер. Возраст подразделений этой схемы несколько менялся у разных авторов (табл.9). В 1948 г. решением МГК граница плиоцена и плейстоцена была принята между Коралиновым и Красным Крагами. Эта схема получила широкое распространение и до нынешнего времени принимается большинством геологов во всех странах, в том числе и в СССР.

Между тем и расчленение разреза, и положение плиоцен-плейстоценовой границы требуют, как свидетельствуют последние материалы, определенных корректив. Во всяком случае многие утвердившиеся в литературе стратиграфические представления нуждаются в критическом отношении.

Знакомство автора с английскими опорными разрезами показало прежде всего, что их стратиграфическое положение относительно друг друга часто не установлено. Практически геологи имеют дело в разных районах с отдельными, небольшими по мощности (обычно менее 10 м) обнажениями, корреляция которых вызывает большие трудности.

В настоящее время крайне неполно представлен нижний член разреза — Коралиновый Краг (плохая обнаженность, ископаемые комплексы в современных обнажениях не представительны и т.д.). Много неясностей существует и в отношении Красного Крага, который состоит из трех частей — Уолтона, Ньюбурна и Батлея; эти части территориально разобщены, и их последовательность в разрезе не может пока считаться точно установленной. Как сейчас выясняется, эти Краги, хотя бы частично, могут оказаться фациями одного горизонта. Особенно это относится к Уолтону и Ньюбурну, ископаемые комплексы моллюсков в которых весьма близки (что касается Батлея, то он характеризуется тоже близкой, хотя и более холоднолюбивой,

фауной). Для расчленения Кораллинового и Красного Крагов обычно используются лишь моллюски, так как фораминиферы, споры и пыльца во многих разрезах практически отсутствуют. Это, естественно, затрудняет корреляцию разрезов разных районов.

Особо большие трудности вызывает расчленение Исена, перекрывающего Красный Краг. Как выяснилось (West, 1972; Shotton 1973), стратиграфическая позиция отдельных его частей, известных в литературе как Норидж, Чиллсфорд и Уэйбурн, достаточно условна. Под этими названиями в разных районах часто выделялись по существу толщи разного стратиграфического положения (особенно это касается Нориджа). Комплексы моллюсков позволяют, в принципе, разделить Исен на две части: нижнюю (со значительным числом вымерших форм), и верхнюю — Уэйбурн (с *Masoma balthica*).

Весьма неопределенно также представление о залегании выше Кромера. В литературе под этим названием разные авторы (или даже один и тот же автор, но в разные годы) выделяют различные по объему и стратиграфической позиции слои, что часто затрудняет разбор вариантов интерпретации геологических материалов, встречающихся в публикациях.

В большой мере трудности корреляции отдельных плиоцен-плейстоценовых разрезов Восточной Англии обусловлены фаціальными изменениями толщ. Сейчас, например, выявлено замещение Чиллсфордских глин в северном направлении песчаниками и конгломератами Уангфорда; между тем различие в литологии толщ часто принималось как свидетельство их разновозрастности.

В последние годы английские геологи стали использовать в своей работе новые методы и перешли к более детальному изучению органических остатков. Специальное внимание обращено на палеоэкологические и палеогеографические исследования, с помощью которых английские коллеги достигли уже определенных успехов (West, 1972; West, Norton, 1974).

В прошедшее десятилетие, помимо моллюсков, по которым ранее строились стратиграфические шкалы, интенсивно стали изучаться другие группы органических остатков — фораминиферы, споры и пыльца растений. Прежде всего они нашли широкое применение при анализе материалов бурения, которое, в частности, охватило ряд районов Восточной Англии. Эти материалы имели для расчленения английского разреза (особенно его верхней части) настолько важное значение, что многие геологи стали отказываться от "старых" (традиционных), часто весьма неопределенных, стратиграфических подразделений (типа Красный Краг, Чиллсфорд и т.п.) и переходить на новую номенклатуру горизонтов, основанных на смене прежде всего палинологических комплексов и фораминифер. Именно последние позволили скоррелировать разрезы разных районов и обнаружить ошибки в прежних сопоставлениях. Среди этих унифицированных горизонтов выделены (снизу вверх): Преладем, Ладдем (аналоги Красного Крага), Турний, Антий (не имеющие аналогов в прежних схемах или, возможно, соответствующие части Норидж-Крага), Бавент, Пастон, Бистон (приходящиеся на слои, относимые к Уэйбурну, Нориджу и лесным слоям серии Кромера), и, наконец, Кромер (верхняя небольшая часть серии Кромера). Выше (на палинологической основе) намечены еще шесть горизонтов, нижний из которых начинается ледниковыми образованиями. Некоторые из этих горизонтов охарактеризованы комплексами морских и пресноводных моллюсков.

Сразу оговоримся, что скоррелировать "новые" горизонты с подразделениями старой схемы во многих случаях трудно и порой даже невозможно. Одно и то же подразделение старой схемы в разных районах может отвечать совершенно различным "новым" горизонтам (например, Нориджу в разных местах соответствуют Антий, Бавент и Пастон). В то же время такой горизонт, как Турний, вообще не находит своего места в старой схеме. Чтобы проиллюстрировать сказанное, обратим свое внимание на рис. 13 и 14, составленные с помощью Нортон. На первом из них показано расположение плиоцен-плейстоценовых подразделений на территории Восточной Англии. На втором — расчленение плиоцен-плейстоценовых толщ на горизонты (или "зоны") северной части Восточной Англии, по данным бурения и новых палеонтологических и палеофлористических материалов.



Рис. 13. Основные стратиграфические подразделения плиоцен-плейстоцена Восточной Англии, по Хармеру

1 — доплиоценовые образования; 2 — Кораллиновый Краг; Красный Краг; 3 — Уолтон, 4 — Ньюбурн, 5 — Батлей; 6 — Исен-Норидж; 7 — Чиллсфорд; 8 — Уэйбурн; 9 — лесная серия Кромера; 10 — положение профиля (см. рис. 14)

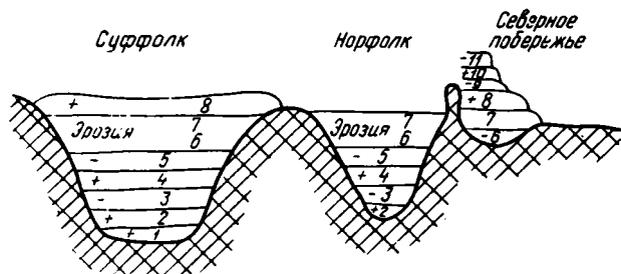


Рис. 14. Новые стратиграфические подразделения плиоцен-плейстоцена Восточной Англии, по Беку, Фаннелу, Лорду, Нортону и Весту

1 — Преледем; 2 — Ладем; 3 — Турний; 4 — Антий; 5 — Бавент (нижний); 6 — Бавент (верхний); 7 — Пастон (нижний); 8 — Пастон (верхний); 9 — Бистон; 10 — Кромер; 11 — Лоустофт; + — относительное потепление, — — относительное похолодание; заштриховано — доплиоценовые отложения

Признавая положительное значение новых стратиграфических схем, необходимо отметить, что "новые" подразделения нуждаются еще в серьезном обосновании. Постоянное изменение их объемов и возраста, уточнения в стратиграфическом положении отдельных слоев и горизонтов — все свидетельствует о том, что перечисленные подразделения, базирующиеся часто (особенно в верхней части разреза) на палинологических данных, пока имеют лишь местное значение, и еще неизвестно, насколько они будут удобными для широких сопоставлений. В той же связи можно констатировать, что называть их "зонами", как это иногда делают английские геологи, методически неверно.

Обращая внимание на некоторые слабые стороны английских стратиграфических материалов, мы вместе с тем должны подчеркнуть, что английские разрезы и сейчас сохраняют свое большое значение как опорные в Северной Европе. Именно к ним привязывают толщи сопредельных территорий Исландии, Голландии, Бельгии и прилегающих акваторий. И именно они в первую очередь сравниваются со стратотипом плиоцен-плейстоцена Средиземноморья. Палеонтологические комплексы английских разрезов, несмотря на некоторые издержки в отношении их стратиграфических привязок, и поныне сохраняют свое реперное значение, оставаясь наиболее изученными в Северной Атлантике. Их прекрасное описание, осуществленное, как уже указывалось, Вудом и Хармером, справедливо считается одним из лучших в мировой литературе. Без анализа этих комплексов не может обойтись ни один исследователь, в какой-то мере пытающийся осмыслить проблемы геологии Северной Атлантики — в стратиграфическом ли, палеонтологическом ли, или палеогеографическом отношении.

Анализ палеонтологических данных показывает, что в разрезах Восточной Англии четко выделяются несколько характерных комплексов морских моллюсков, которые в той или иной степени сопровождаются комплексами споры и пыльцы, фораминифер, млекопитающих, пресноводных моллюсков. По нашему мнению, принципиальная основа плиоцен-плейстоценовой схемы, намеченной Хар-

мером и другими, сохраняет свое значение и сейчас, хотя в применении к отдельным районам она и нуждается в корректировках.

Знакомство с комплексами плиоцен-плейстоцена в английских разрезах и изучение палеонтологических коллекций Вуда, Хармера и Нортон, осуществленное в 1973 г., позволяют говорить, что в целом в английском разрезе, точнее, в его доледниковой части, можно наметить несколько горизонтов, которые могут использоваться для широких сопоставлений: Кораллиновый Краг, Красный Краг (с нижней частью — Уолтон, Ньюбурн и верхней частью — Батлей), нижняя половина Исена (песчаники Чиллсфорда, Норидж, Скробикуляриевый Краг), верхняя половина Исена. (Чаллсфордские глины, Уэйбурн, Уангфорд) и Кромер (Гладенков, 1974б).

Как следует из литературы (прежде всего работы Вуда)¹⁰, общее количество моллюсков уменьшается от Кораллинового Крага к Красному Крагу и Чиллсфорду достаточно заметно (391:199:87) — см. табл. 10.

Количество видов, впервые появляющихся в разрезе, меняется также резко (92 вида в Красном Краге против 15 в Исене), причем значительная часть "новых" видов является видами бореального и аркто-бореального типа.

Число вымерших видов плиоцен-плейстоцена изменяется вполне закономерно в сторону их уменьшения (142:50 — 55:14 — 18). Эта же тенденция находит свое отражение в проценте вымерших видов каждого горизонта к общему числу видов (36:28:16).

Весьма четко меняется и биографический тип комплексов английского разреза. Вверх по разрезу количество южнобореальных видов заметно сокращается. Чисто "средиземноморские" формы, т.е. ныне обитающие только в Средиземном море, в Исене практически отсутствуют (в Кораллиновом Краге их более 50). Падает и количество видов, ареалы которых захватывают ныне моря от Средиземноморья до Англии (от 154 до 44).

Добавлением к табл. 10 могут служить более поздние материалы, которые, впрочем, часто базируются на данных Вуда. На табл. 11 показано распределение гастропод в плиоцен-плейстоцене Англии, проанализированное П. Босвеллом. На этой таблице видно, что вверх по разрезу общее число видов и число южных форм уменьшается и одновременно содержание северных видов возрастает.

Обращая внимание на отмеченные выше особенности плиоцен-плейстоценовых комплексов, необходимо, однако, помнить, что Вуд в ряде случаев пользовался не совсем точной корреляцией разрезов и при своих подсчетах использовал обобщенные данные. В связи с этим, в частности, цифры, относящиеся к Красному Крагу и Исену, являются несколько неточными, что в определенной мере вуалирует конкретную картину изменения комплексов. Например, из таблицы Вуда не видно изменения комплексов в пределах Исена на уровне Уэйбурна (по-видимому, фауна этого горизонта — с *Masoma balthica* — учтена при подсчетах в комплексе нижнего гляциала).

Поэтому, отмечая правильные в целом тенденции в стратиграфической смене ископаемых моллюсков, которые намечаются из материалов Вуда, необходимо внести в эту общую картину некоторые добавления. Таким добавлением служат, во-первых, более поздние данные Хармера по определению стратиграфической позиции тех или иных слоев и заключенной в них фауны. Важным дополнением служит также анализ комплексов, проведенный некоторыми исследователями, по данным Вуда и Хармера, но более детально. Например, в работе Цейнера (1963) имеется интересная таблица (это видоизмененная таблица Босвелла), на которой отражено существенное изменение фауны внутри Исена на уровне Уэйбурна: здесь резко уменьшается общее количество видов, совсем исчезают средиземноморские формы и резко возрастает (в 2 раза) число арктических форм (табл. 12). Это раньше отмечал Хармер, по данным которого на указанном уровне арктические

¹⁰ Хотя сводка С. Вуда относительно "старая" и имеются работы, уточняющие ее, она по охвату палеонтологического материала и его анализу является и сейчас наиболее полной (Wood, 1848—1882).

Т а б л и ц а 10

Комплексы моллюсков в плиоцен-плейстоцене Англии (по материалам Вуда)

Стратиграфические подразделения	Число видов					
	Всего	Новые	Вымершие	Обитающие в Средиземном море и отсутствующие у Англии	Обитающие в Средиземном море и у Англии	Обитающие у Англии и отсутствующие в Средиземном море
Кораллиновый Краг	391	—	142 (36)	51	154	20
Древний Красный Краг (Уолтон)	148	57	50 (34)	14	61	13
Красный Краг	199	92	55 (28)	14	78	30
Исен	111	15	18 (16)	7	38	36
Чиллсфорд	87	—	14 (16)	1	44	19
Нижний гляциал	29	—	3 (12)	0	9	13
Средний гляциал	94	—	12 (13)	8	43	21
Верхний гляциал	59	—	5 (8,5)	0	10	21
Постгляциал	49	—	0 (0)	0	26	19

Примечание. В скобках указано содержание видов, %.

Т а б л и ц а 11

Морские гастроподы в плиоцен-плейстоцене Англии, по Босвеллу (Цейнер, 1963)

Стратиграфические подразделения		Соотношение видов, %			Общее число видов
		северные	южные	вымершие	
Красный краг	Исен	26	0	28	98
	Батлей	21	2	40	163
	Ньюбурн	12	7	53	226
	Уолтон	16	11	48	352
Кораллиновый Краг		4	12	57	303

Т а б л и ц а 12

Комплексы моллюсков в плиоцен-плейстоцене Англии (Цейнер, 1963)

Стратиграфические подразделения		Общее число видов	Содержание видов, %	
			арктических	средиземноморских
Лесные слои Кромера		19	0 (7?)	0
Исен	Уэйбурн	53	21	0
	Чиллсфорд	90	10	3
	Норидж	112	11	9
Молодой Красный Краг		199	10	18
Древний Красный Краг		148	2	22
Кораллиновый Краг		420	0,5 (0)	41

Таблица 13

Распространение некоторых экзотических растений в английском плиоцен-плейстоцене, по материалам Веста

Возраст, по Весту		Стратиграфические подразделения	Климатический показатель	Тунга (Восточная Азия, Северная Америка)	Ретосара (Кавказ, Восточная Азия)	Abies alba (Центральная и Южная Европа)	Picea abies (Северная и Центральная Европа)	Najas tenuissima (Северная Европа)	Azolla filiculoides (Америка)	Salvinia natans (Центральная и Южная Европа)
Плиоцен	средний									
		Плиоцен	средний	Хоксний	х		+	+	+	
Англий	—			др						
Кромер	х						+	+	+	+
Бастон	—			р						
нижний	Пастон		х						+	+
	Бавент		—	р						
	Антий		х		+	+		+		
	Турний		—							
		Ладем	х		+	+	+			

Примечание. х — потепление; — — похолодание; д — ледниковые отложения; р — мерзлота.

формы представлены 21 видом (из 50) и именно здесь происходит заметная смена комплексов.

Чтобы перейти к сравнению исландских комплексов с английскими, дадим более подробную характеристику плиоцен-плейстоценовым горизонтам Англии (с учетом новых данных бурения) (табл. 13–15)¹¹.

Горизонт Кораллинового Крага представлен желтыми, белесыми, грубыми, часто косослоистыми песчаниками максимальной мощностью до 40 м. Для Кораллинового Крага характерными являются многие относительно теплолюбивые виды: *Pecten princeps*, *Chlamys gerardia*, *Nucula proxima*, *Yoldia semistriata*, *Venerupis perovalis*, *V. rhomboides*, *Maetra artopta*, *Tellina ventricosa*, *Hiatella carinata*, *Venericardia scalaris*, *Glycymeris glycymeris*, *Mytilus aff. edulis*, *Turritella inerassata*, *Polinices catenoides*, *Natica proxima*, *Nassa propinqua*, *Cingula semicostata* и др. Комплекс фораминифер включает здесь около 140 тепловодных видов, в частности ассоциацию с тропической *Alliatina excentrica*. Здесь же отмечен комплекс наннопланктона с тропической *Braudosphaera bigelowi* (Martini, Müller, 1973). Чрезвычайно типичным для этого Крага является *Bryozoa*.

Горизонт Красного Крага включает песчанистые косослоистые отложения мощностью до 40 м. Характерными для него являются желтовато-красная окраска пород и большое число прослоев и линз ракушняка. Именно здесь появляется большой комплекс моллюсков и фораминифер тихоокеанского происхождения. Красный Краг, как говорилось выше, состоит из трех Крагов.

Уолтон характеризуется *Glycymeris glycymeris*, *Cardium parkinsoni*, *Cardium edule*, *Spisula arcuata*, *Lentidium complanatum*, *Nassa elegans*, *N. propinqua*, *N. reticosa*, *Purpura lapillus*, *Neptunea contraria*, *Searlesia costifer*, *S. lundgrenii*, *Actaeon* поае и др. В этом Краге появляется ряд бореальных форм, не встречавшихся в подстилающих слоях: *Macoma obliqua*, *Maetra elliptica obtruncata*, *Mya pseudoarenaria*, *Buccinum groenlandicum*, *Neptunea carinata*, *Neptunea decemcostata* и др. С другой

¹¹ К сожалению, сводная характеристика горизонтов по новым материалам в английской литературе пока отсутствует (см. West, 1972; West, Norton, 1974).

Стратиграфические подразделения и корреляции плиоцен-плей

Восточная Англия					
(Harmer, 1914–1920)	(West, 1972)	Палеомагнитные зоны	Климатические показатели		
	Фландрий		+		
	Девенсий = Висла		– gr		
	Ипсунч		+		
	Уолстон = Джиппинг		– gr		
	Хоксний		+		
Кортонские слои, Кромер (часть)	Англий = Лоустофт		– gr		
Исен	Лесная серия Кромера		Кромер	+	
			Бистон	– p	
	Части Нориджа, Кромера, Уэйбурна, Чиллсфорда		Пастон		+
	Уэйбурн (часть) Норидж (часть)		Бавент		– p
	Норидж (часть)	Ангий		+	
? ?	Турний	–			
Красный Краг	Батлей ?	Ладем		+	
	Ньюбурн, Уолтон	Преладем			
	Гедрграван = Кораллиновый Краг	Кораллиновый Краг Слон Ленам			

Примечание. Зоны намагниченности пород: сеткой – прямой, штриховкой – обратной;

стороны, некоторые виды Кораллинового Крага (*Venerupis perovalis*, *Pecten princeps*, *Yoldia semistriata* и др.) здесь исчезают.

Ньюбурн содержит комплекс, в целом чрезвычайно похожий на уолтонский (с *Neptunea contraria*, *Liomesus daley*, *Macoma obliqua* и др.). Как отмечают английские авторы, содержание бореальных форм в этом Краге несколько увеличивается. Близким комплексом характеризуется также и Батлей (*Glycymeris glycymeris*, *Macoma obliqua* и т.п.). Но для него свойственно некоторое увеличение относительно холоднолюбивых видов (*Serripes groenlandicus*, *Macoma praetenuis*, *Buccinum undatum*, *Purpura lapillus*).

По материалам бурения, в стратиграфических эквивалентах Красного Крага (Преладем и Ладем) содержится комплекс микрофауны с *Pararotalia serrata*. По мнению Фаннеля (Funell, 1970), в нижней, уолтонской, части разреза типичной является *Elphidium haagensis*, в верхней, батлейской, встречаются *Globigerina bulloides* и *G. pachyderma*. По Фанеллу, здесь появляются иммигранты из Тихого океана – сначала *Elphidiella hanna*, *Elphidium oregonensis*, затем *Elphidium frigidum*, *E. orbicularis*. Согласно Весту (West, 1972), нижняя часть Красного Крага характеризуется спектром *Pinus*, *Betula*, *Picea*, *Alnus*, верхняя – *Pinus*, *Betula*, *Picea*, *Tsuga*, *Ulmus*, *Quercus*, *Alnus*, *Pterocarya*.

В Ладеме, по Нортону, встречены остатки моллюсков *Abra alba*, *Rissoa curticos-tata*, *Calyptraea chinensis*, *Anomia squamula*, *Mytilus edulis*, *Hydrobia ulvae* (Norton, 1970).

Возраст	Горизонты Северной Атлантики (по моллюскам)	Исландия				Англия	
		Стратиграфические подразделения	Палеомагнитные зоны	Горизонты	Комплексы моллюсков	Стратиграфические подразделения	
Плейстоцен-голоцен	IV	Голоцен g g Базальты с тиллитами g	[Черная зона]	IV	Современные виды	Голоцен	
						Девенсий – g	
						Ипсуич	
						Уолтон – g	
						Хоксний	
Эоплейстоцен	III	Брейдавик g Базальты с тиллитами g	[Затрихованная зона]	III	Portlandia arctica, P. intermedia	Низы Лесной серии Кромера и верхи Исена	
						Кромер	
						Бистон –	
Плиоцен	II	Зона Serripes g	[Затрихованная зона]	II	Littorina littorea, Astarte crenata, Venericardia borealis, Yoldia myalis, Macoma obliqua	Низы Исена	
						Красный Край	
	I	Зона Mastra Зона Tapes	[Затрихованная зона]	I	Glycymeris glycymeris, Abra abra, Venerupis rhomboides	Кораллиновый Край	
						Ладем Преладем –	
Миоцен							

Примечание. Зоны намагниченности пород: черным цветом – прямой, затриховкой – обратной.

Equus robustus, *Cervus falconeri*), сходные со средневишнфранкским комплексом Италии.

Верхняя часть Исена представлена глинами, песками, гравелитами и конгломератами (мощность несколько метров), которые в отличие от подстилающих "красных" толщ обычно имеют серый цвет. Сюда относятся глины Чиллсфорда, пески Уангфорда, косослоистые пески и галечники Уэйбурна. Среди типичных для этого горизонта форм присутствуют *Yoldia myalis*, *Astarte montaqui*, *Macoma obliqua*, *M. calcarea*, *M. balthica*, *Mya truncata*, *M. arenaria*, *Arctica islandica*, *Cardium edule*, *Scala groenlandica*, *Littorina littorea*. Отличительной особенностью горизонта является значительное число холодноводных форм и, в частности, первое появление *Macoma balthica* – вида, чрезвычайно характерного для более молодых уровней разреза. Этот комплекс в целом характеризуется современными видами, хотя здесь имеются несколько вымерших форм (*Macoma obliqua*, *Nucella lappilis vulgata*, *Acila cobboldia*).

		Англия		Нидерланды			
Палеомагнитные зоны		Горизонты	Комплексы моллюсков	Стратиграфические подразделения		Горизонты	Комплексы моллюсков
■	IV	Современные виды		Голоцен		IV	Современные виды
				Висла – g			
				Эм			
				Заале – g			
				Гольштейн			
				Эльстер – g			
▨	?	III	<i>Macoma balthica</i>	?			?
■	II	Yoldia myalis, Acila cobboldia		Морской Исен	–	III	<i>Macoma balthica</i>
				Амстель-Подерп	Зона Mya arenaria	II	<i>Cardium edule, Acila cobboldia, Yoldia myalis</i>
■	I	Venerupis rhomboides, Yoldia semistriata		Скальд	Зона Nassa propingua	I	<i>Cardita scalaris, Turritella incrassata</i>
				Двест	Зона Chlamys operculavii Зона Chlamys gerardii		<i>Yoldia semistriata, Cardita senilis, Astarte corbuloides</i>
■				Glycymeris pelosis	Зона Chlamys vigerina		<i>Yoldia glaberrima, Pecten septemradiatus</i>
				Глиммертон, Дин ден-Рейнбек, Геммоор, Фирлендер			

Остальные условные обозначения см. на табл. 13.

В этом горизонте (верхняя часть Исена или слои Бавента и Пастона в "новой" схеме) отмечены: из фораминифер – *Elphidiella hannai*, из палинологических остатков – Gramineae, Ericales, Pinus, Betula, Picea, Alnus (*Tsuga*, *Pterocarya*, *Cheporodiaceae*, типичные для нижних горизонтов, здесь исчезают). На этом уровне вместо хвойно-широколиственных лесов получает развитие ассоциация травянисто-кустарниковой растительности открытых пространств. Впервые в разрезе они составили в спектрах более 50% (West, Norton, 1974). В толщах рассматриваемого горизонта, вскрытых горными выработками, обнаружены моллюски *Macoma balthica*, *Mytilus edulis*, *Calyptraea chinensis*, *Hydrobia ulvae*, *Cardium edule*, *Littorina littorea* и др. По Фанеллу, именно к этому уровню приурочены первые следы льдов, появившихся в Северном море. Породы горизонта, судя по материалам Монтеранса (Monterans, 1971), имеют положительный знак намагниченности.

В залегающих выше слоях Бистона и Кромера (глины и пески до 10 м) морские моллюски, к сожалению, присутствуют в небольшом количестве (*Mya truncata* и др.). Этот комплекс представлен современными формами. В более молодых слоях, перекрывающих Кромер, комплексы характеризуются также современными видами. Непосредственно над Кромером залегают ледниковые образования горизонты Англия (или Ловестона). В Кромере, по данным Монтеранса, проходит граница палеомагнитных зон Брюнес и Матуяма.

В спорово-пыльцевых спектрах Кромера представлены *Betula*, *Pinus*, *Alnus*, *Picea*. При этом в его средней части встречаются *Carpinus*, *Abies*, *Ulmus*, *Corylus* (West, 1972). Наличие последних позволяет расчленить Кромер на несколько частей, однако полной уверенности в стратиграфической их выдержанности нет, ибо они являются разнофациальными слоями – пресноводными и эстуариевыми.

Согласно Фанеллу, над Кромером исчезает *Elphidiella hannai*, которая сейчас обитает только в Тихом океане.

Теперь более конкретно сравним исландские комплексы моллюсков с английскими фаунами (см. табл. 14 и 15). Попытка сопоставить исландские толщи с английскими делались уже в прошлом веке. Правда, в первых же корреляционных схемах выявились определенные расхождения в трактовке стратиграфических материалов. Если, например, Мерх, Джефрейс и Вуд коррелировали весь тьеднесский разрез с Красным Крагом, то Паулсен и Бэл относили верхнюю часть тьеднесских толщ к более молодому образованию.

В начале нашего века Бардарсон и Уайр параллелизовали исландские отложения с Кораллиновым и Красным Крагами. Позднее, в 50-х годах, Шварцбах и Пфлуг относили слой разреза, вмещающие изученную ими флору, к плиоцену, а Аскельсон считал вероятным для зон *Maetra* и *Serripes* четвертичный возраст. Большинство исследователей толщи Брейдавика относили к плейстоцену. В одной из последних работ Тор. Эйнарсона и его соавторов зоны *Tapes* и *Maetra* сопоставлены с Кораллиновым, а зона *Serripes* – с Красными Крагами (Einarsson et al., 1967).

Знакомство с корреляционными схемами показывает, что в ряде случаев английский и исландский разрезы сопоставлены по-разному из-за различной интерпретации имеющегося у каждого автора палеонтологического материала, но иногда "расхождение" схем объясняется чисто номенклатурными причинами (в частности, отличной трактовкой объемов плиоцена и плейстоцена).

Из общего сравнения нижней зоны (*Tapes*) исландского разреза с английскими толщами следует, что почти все ее виды являются общими с видами Крагов. При этом *Venerupis rhomboides*, *V. perovalis*, *Tellina ex gr. ventricosa*, *Mytilus aff. edulis*, *Cingula semicostata*, составляющие ядро комплекса, свойственны только Кораллиновому Крагу.

Палеонтологические остатки зоны *Maetra* тоже сходны с ископаемыми комплексами английских Крагов. Отдельные виды зоны отмечаются либо на уровне Кораллинового Крага (*Natica proxima*-*Polinices homoclausus*), либо на уровне Кораллинового и Красного Крагов (*Glycymeris glycymeris*, *Nassa reticosa*), либо иногда только в Красном Краге (*Searlesia lundgrenii*).

Зона *Serripes* по набору видов обнаруживает большое сходство с Красным Крагом и нижней частью Исена. В ней встречается много видов, которые являются в английском разрезе именно с Красного Крага: *Yoldia myalis*, *Serripes groenlandicus*, *Macoma praetenuis*, *M. calcarea*, *Astarte aff. sulcata*, *A. montagui*, *Nuculana minuta*, *Mya pseudoarenaria*, *Natica clausa*, *Buccinum undatum*, *Siphonolabi*, *Neptunea decemcostata*, *Searlesia bjornssoni*, *Lora pyramidalis* и др. При этом значительная часть этих форм приходится на виды тихоокеанского происхождения, которые одновременно появились в английском и исландском плиоцене (*Serripes*, *Macoma calcarea*, *Natica clausa* и др.). Помимо моллюсков, одинаковыми в этих толщах являются остатки зубов акул – *Isurus hastalis* (Agassiz).

Наконец, комплекс отложений Брейдавика в общем сходен с фауной верхов Исена, охватывающих Уэйбурн и вышележащие слои нижней части Лесной серии Кромера. В обоих случаях впервые появляется ряд современных холодноводных форм (*Tridonta borealis*, *Nuculana pernula*). Кроме этого, имеется ряд общих

видов, переходящих из подстилающих толщ (зоны *Serripes* и Красного Крага), таких, как *Macoma calcarea*, *Serripes*, *Natica*, *Buccinum*.

Вместе со сходством исландская и английская фауны обнаруживают и определенные различия. Прежде всего комплексы английских разрезов по систематическому составу значительно богаче исландских. С другой стороны, среди исландских комплексов имеются некоторые формы, которые не встречаются в английских фаунах: в комплексе II — *Chlamys tjornesensis*, *Musculus niger*, *Clinocardium ciliatum*, в комплексе III — *Chlamys breidavikensis*, *Portlandia arctica*.

Однако существует общая тенденция в смене комплексов моллюсков в английском и исландском разрезах. Она отражается, во-первых, в похожем изменении систематического состава ископаемых из соответствующих горизонтов (Кораллиновый Краг — зоны *Tapes* и *Mastra*, Красный Краг и низы Исена — зона *Serripes*, верхняя часть Исена — Брейдавик); во-вторых, — в аналогичной смене биогеографических характеристик английских и исландских комплексов (от более "теплых" к более "холодным" вверх по разрезу); в-третьих, — в сходной тенденции уменьшения общего количества видов, в том числе "новых" и вымерших, вверх по разрезу. Поэтому в принципе корреляция плиоцен-плейстоцена Исландии и Англии представляется достаточно определенной: зоны *Tapes* и *Mastra* (может быть, за исключением самой верхней части, последней) соответствуют Кораллиновому Крагу, зона *Serripes* — Красному Крагу — нижней части Исена, а толщи Брейдавика — верхней части Исена (нижней части Лесной серии Кромера в широком ее понимании, см. табл. 14).

Этой корреляции не противоречат и данные по палеомагнитным характеристикам исландских и английских разрезов. Так, граница Брюнес и Матуяма находится в верхах Кромера и в базальтах, перекрывающих слои Брейдавика. Эта граница, приуроченная в обоих случаях к ледниковым отложениям (что тоже может использоваться в корреляционных целях), разделяет слои с разными комплексами моллюсков (более древними фаунами Уэйбурна — Брейдавика, включающими некоторые вымершие формы, и "современными" комплексами плейстоцена).

Горизонты Бавент и Пастон, имеющие прямой знак намагниченности, могут, видимо, сопоставляться с нормально намагниченными базальтами, подстилающими толщи Брейдавика. В нижних частях этих образований как в Англии, так и в Исландии отмечаются следы похолодания (опять-таки заметный коррелятив), и фактически к ним приурочена граница двух различных комплексов (с одной стороны, зоны *Serripes* — нижней части Исена, с другой — Брейдавика — Уэйбурна).

Использование палеомагнитных и палеоклиматических реперов позволяет в определенной степени контролировать построения, полученные биостратиграфическим путем.

Однако английский разрез служит эталоном для сравнения не только исландских толщ. С ним сравниваются и морские отложения, развитые в более южных районах Северной Европы — прежде всего в Нидерландах, где имеется представительный разрез плиоцен-плейстоцена (Бурк и др., 1959; Beets, 1946; Heering, 1950; Spaank, 1959).

Плиоцен Нидерландов (максимальная мощность до 140 м) включает верхние слои Дьеста и Скальд (что соответствует "зонам" Спайнка — *Chlamys gerardia*, *Chlamys operculavii* и *Nassa propinqua*), которые сопоставляются с Кораллиновым Крагом Англии.

В Дьесте отмечены *Clamys gerardia*, *Yoldia semistriata*, *Cardita senilis*, *Venericardia orbicularis*, *Astarte corbuloides*, *A. trigonata* и т.д. В Скальде — *Astarte basterotii*, *Nucula laevigata*, *Venericardia scalaris*, *Nassa labiosa*, *N. propinqua*, *Turritella incrassata* и др. Часть форм этого комплекса встречается в Кораллиновом Краге (*Yoldia semistriata*, *Venericardia orbicularis*, *Venericardia scalaris*, *Astarte trigonata*, *Chlamys gerardia*, *Turritella incrassata*, *Nassa propinqua*). Сходными являются и мшанки, типичные для названного Крага. Из фораминифер здесь отмечены *Eponides repandus*, *Discorbis parisiensis*, *Textularia decrescens*, появляются также *Streblus beccarii*, представители *Elphidiella*, *Elphidium*.

В Дьесте и Скальде найдены также остатки наннопланктона: в Дьесте — *Coocolithus pelagicus*, *Braarudosphaera bigelowi*, *Trochoaster deflandrei* и др., в Скальде — *C. pelagicus*, *Br. bigelowi* (Martini, Müller, 1973). Ряд этих форм, в частности *Br. bigelowi*, отмечен в Кораллиновом Краге.

Стратиграфически выше залегают толщи Амстеля (неритовая фация песчаников мощностью до 200 м) и Подерла (литоральные пески, 20 м), которые, по Спайнку, отвечают местной "зоне" *Serripes groenlandicus*. В этих осадках (т.е. Амстеля-Подерла) отмечены моллюски, многие из которых типичны для Красного Крага Англии. Среди них *Neptunea contraria*, *Neptunea antiqua*, *Nassa reticosa*, *Macoma praetenuis*, *Macoma obliqua*, *Yoldia myalis*, *Astarte montagui*, *Serripes groenlandicus*, *Littorina littorea* и пр. Из фораминифер здесь отмечены *Elphidiella cf. arctica* (=hannai), представители *Elphidae*, *Eponides*, *Cassidulina*, *Bulimina*.

В Зеландии вблизи Антверпена на этом, как считают голландские ученые, стратиграфическом уровне обнаружены остатки позвоночных — *Equus cf. stononis*, *Cervus falconeri* и др., сходные с таковыми Красного Крага.

Выше залегают толщи Исена (пески до 200 м), отвечающие "зоне" *Mya arenaria* Спайнка. Голландский Исен, по-видимому, несколько отличается по объему от Исена Англии (кстати сказать, этот термин возник в Англии и его автор — Хармер). По-видимому, низы Исена Нидерландов с *Yoldia lanceolata*, *Acila cobboldia*, *Cardium edule* соответствуют верхней части Красного Крага — низам Исена Англии (сходство *Yoldia*, *Acila* и других видов), а верхи Нидерландского Исена — Уэйбурну (появление в обоих случаях характерных *Macoma balthica*). Из фораминифер здесь отмечены *Elphidiella cf. arctica*, *Eponides fraidus*, *Streblus beccarii* и др. Более верхние толщи в нидерландском разрезе содержат комплекс, состоящий из современных форм.

Используя данные по корреляции плиоцен-плейстоценовых разрезов, с одной стороны, Англии и Исландии, а с другой — Англии и Нидерландов, можно наметить стратиграфическую схему плиоцен-плейстоцена почти всего Североморского бассейна. В этом бассейне хорошо выделяется несколько горизонтов.

1. Горизонт Кораллинового Крага Англии (А), зон *Tapes* — *Mastra* Исландии (И), верхов Дьеста — Скальда Нидерландов (Г).

2. Горизонт Красного Крага — нижней части Исена (А), зоны *Serripes* (И'), Амстеля — Подерла (зоны *Serripes*) и нижней части Исена (Г).

3. Горизонт верхней части Исена (Уэйбурна) — части Лесной серии Кромера (А), Брейдавика (И) и верхней части Исена (Г).

4. Горизонт с современной фауной — с уровня Кромера и его аналогов.

Естественно, климатическая зональность наложила отпечаток на облик палеонтологических комплексов, приуроченных к одним и тем же горизонтам, но находящихся в толщах разных районов. Поэтому комплексы Исландии в систематическом отношении более бедные, чем английские и нидерландские. Последние комплексы содержат больше теплолюбивых форм, чем исландские фауны и т.д. Это касается и первого горизонта (Кораллиновый Краг намного "богаче" и "теплее" исландско-эквивалента), и второго горизонта, который имеет очень четкую нижнюю границу, повсеместно подчеркиваемую, в частности, появившимися на этом уровне видами тихоокеанского происхождения (комплексы Исландии здесь тоже "беднее" и "холоднее" комплексов из южных районов). В третьем горизонте сохраняется та же тенденция: исландские ассоциации гораздо менее представительны, чем английские, и значительно более "холодные" (если на англо-нидерландских широтах большое развитие получил комплекс с *Macoma balthica*, то в Исландии к наиболее характерным элементам фауны относятся такие формы, как *Portlandia arctica* и *P. intermedia*, которые в более южных районах не были распространены).

Если использовать предложенный выше вариант сопоставления исландского разреза с английскими и нидерландскими толщами, то, базируясь на их возрастных датировках, которые были определены на МГК в 1948 г., можно определить возраст исландских горизонтов. В этом случае нижние "зоны" Исландии должны относиться к плиоцену, а зона *Serripes* — к плейстоцену. Однако, с нашей точки

зрения, возраст названных зон и горизонтов нуждается в уточнении. Для того чтобы предложить новый вариант их возрастных датировок, кратко осветим проблему сопоставления североευропейских толщ с толщами Средиземноморья, где находятся стратотипы неогена.

СОПОСТАВЛЕНИЕ СЕВЕРНОМОРСКОГО И ЮЖНОЕВРОПЕЙСКОГО ПЛИОЦЕН-ПЛЕЙСТОЦЕНА

Давно известно, что верхнекайнозойские отложения, связанные с Северным морем, с трудом поддаются сопоставлению со средиземноморскими разрезами, что многие геологи объясняют (Жинью, 1952; и др.) принадлежностью областей Северного и Средиземного морей к различным биогеографическим провинциям. Однако попытки скорелировать эти разрезы предпринимались неоднократно. Прежде всего с европейскими стратотипами сравнивался разрез Крагов Англии. В основе этого сопоставления лежали палеонтологические или (весьма часто) палеоклиматические данные.

Широко, например, известна схема корреляции Баден-Пауэлла, построенная главным образом на анализе малакофауны. По его данным, Кораллиновый Краг Англии сопоставляется с астийским, а Красный Краг и Исен — с калабрийским ярусами (Baden-Powell, 1956). По мнению исследователей, разделяющих эту точку зрения, в пользу такой корреляции свидетельствуют два обстоятельства. Первое — появление в Красном Краге и Калабрии холодноводных видов (в Калабрии — это *Arctica islandica*, *Chlamys islandica*, *Panomya norvegica*, *Muscula calcarea*, *Mya truncata*, *Natica clausa*, *Buccinum undatum*), что связывается с синхронным для двух районов Европы похолоданием. Второе — наличие в Красном Краге и Калабрии 13 общих видов (*Modiolus modiolus*, *Nucula tenuis*, *Spisula solida*, *Nassa pygmaea*, *Neptunea contraria*, *Turritella pliorecens* и др.) при наличии, конечно, и отличных форм.

Поскольку в настоящее время нижняя граница четвертичной системы проводится в основании Калабрия¹² (Венцо, 1964; Selli, 1967; Padovani, Tampieri, 1970; Bandy, Wilcoxon, 1970; Lona, Bertoldii, 1973; Nakagawa e. a., 1974), сопоставление северноморских толщ с этим уровнем имеет, естественно, определяющее значение для проведения границы плиоцена и эоплейстоцена в пределах Северной Европы.

То что Кораллиновый Краг относится к плиоцену ("Астия"), принимается практически всеми. В пользу этого свидетельствуют не только материалы по моллюскам (определенное сходство систематического состава и "тепловодность" комплексов), но и микропалеонтологические данные: наличие, например, комплекса с тропической *Alliatina excentrica* плиоцена Италии в Кораллиновом Краге и присутствие в названном Краге тропического наннопланктона *Waagudospaera bigelowi* и др. (Martini, Müller, 1973).

Что же касается корреляции Красного Крага, то здесь возникает альтернатива: либо он действительно соответствует Калабрии, как на этом настаивает Баден-Пауэлл, либо он является аналогом более нижних горизонтов разреза, т.е. плиоцена, на что указывает, например, Чеван (Chavan, 1950), коррелируя Красный Краг не с Калабрием, а с частью Астия.

Вопрос о корреляции Калабрия с североευропейскими толщами вставал, естественно, давно. Как напомнила К.В. Никифорова (1973), в 1948 г. на Лондонском конгрессе группа геологов предложила сопоставлять с подошвой Калабрийского яруса основание верхней части Красного Крага (Батлей), а плиоцен-плейстоценовую границу помещать под Исеном в Нидерландах. Однако тогда было решено остановиться на варианте, по которому Красный Краг и Амстель считаются возрастными эквивалентами Калабрия. Причем одним из решающих факторов, повлиявшим на принятие такого решения, было "выявление" следов "похолодания" в соответствующих толщах, которое выразилось в появлении комплекса с *Elphidiella* cf.

¹² Она совпадает с нижней границей зоны *Globorotalia truncatulinoides*, что соответствует уровню 1,8 млн. лет.

arctica. Многие серьезные выводы стратиграфического и палеогеографического плана были сделаны именно по этой форме. Между тем с прошлого века (Jones, 1897) она определялась лишь как форма с открытой номенклатурой, что само по себе требовало осторожного отношения к ней. Сейчас же установлено, что этот вид относится не к *E. arctica*, а к *E. hannai*, которая появилась в Атлантике с плиоценовой миграцией фауны тихоокеанского происхождения.

Хотя упомянутый вариант был принят Лондонским конгрессом и широко вошел в практику, ряд исследователей высказывались за поднятие плиоцен-плейстоценовой границы в разрезах северо-европейских районов. Этот вариант стал особенно широко привлекать к себе внимание в последнее время, когда появились работы более детального изучения моллюсков (Vrebbion, 1972; и др.). Одним из сторонников этого варианта, в частности, стал Штраух (Strauch, 1970).

Анализ древних комплексов, основанный на монографическом исследовании родов *Mya*, *Ranomya* и *Neptunea*, позволил Штрауху прийти к заключению, что сопоставлять весь Красный Краг с Калабрием нельзя и что большая (нижняя) часть Красного Крага должна коррелироваться с частью итальянского плиоцена. По его мнению, многие вопросы палеогеографии Северной Атлантики можно объяснить только существованием в прошлом физического барьера ("моста"), который протягивался от Гренландии (через Исландию) к Европе и оказывал в связи с этим большое влияние на расселение древних донных комплексов. В частности, наличием этого барьера объясняется эндемизм комплексов североморских районов, который стал особенно заметен после появления в плиоцене элементов тихоокеанской фауны ("тихоокеанские мигранты").

При сопоставлении разных точек зрения на корреляцию северо- и южноевропейского плиоцен-плейстоцена сразу обнаруживается, что их авторы по-разному трактуют, во-первых, масштаб климатических изменений прошлого и характер их проявления в разных широтах, во-вторых, — причины, приведшие к появлению тихоокеанских мигрантов в Атлантике, и, наконец, — роль физической преграды в Северной Атлантике.

Остановимся на некоторых из этих вопросов чуть подробнее¹³. Весьма часто появление тихоокеанских форм в Северной Атлантике связывалось с похолоданием. Действительно, вторжение преимущественно бореальных видов в акватории, где, судя по ископаемым остаткам (Кораллиновый Краг, зона *Tapes* и др.), обитала фауна относительно теплолюбивая, на первый взгляд, свидетельствует именно о значительном похолодании (тем более, что с этим похолоданием связывалось появление ряда холодноводных форм в Средиземноморье в калабрийское время).

Однако, как следует из анализа палеонтологического материала, это время миграции было, вероятно, сравнительно теплым, ибо в противном случае бореальные виды Тихого океана не смогли бы пересечь Арктический бассейн (а другого пути для миграции у них, по-видимому, не было). В пользу того, что существенного похолодания во время образования Красного Крага не было, свидетельствует систематический состав комплексов Красного Крага Англии и зоны *Serripes* Исландии, которые более разнообразны и более "теплые", нежели четвертичные фауны тех же районов. Вот почему вряд ли можно говорить о таком похолодании в "краснокраговое" время, при котором бореальные виды могли достигнуть Средиземного моря (хотя некоторое относительное понижение температуры в то время, видимо, и имело место). Появление бореальных форм в южноевропейских разрезах, вероятно, не следует прямо связывать с плиоценовой миграцией относительно холодноводных ("тихоокеанских") комплексов в Северную Атлантику. Логичнее, вероятно, предположить, что появление *Arctica islandica*, *Macoma calcarea*, *Mya truncata*, *Natica clausa* и других относительно холодноводных форм в Средиземноморье было обусловлено более поздним похолоданием эоплейстоцена, когда получили развитие действительно "холодные" (северобореальные) сообщества верхней части Исена — Брейдавика в Северной Европе и комплексы с бореальными видами — в Южной. Именно

¹³ Вопрос о физических барьерах и палеоклимате детальнее разбирается в гл. IV.

это похолодание, нашедшее отражение в формировании тиллитовых образований в Исландии (Фурувика — Брейдавика), привело, видимо, с одной стороны, к существенному изменению комплексов Северной Европы (появлению относительно "холодных" и весьма близких к современным фауна) и, с другой стороны, — к миграции северных фаун в южные районы Европы.

В пользу такой корреляции Калабрия с верхней частью Исена и Брейдавиком говорит то, что в этих толщах присутствуют некоторые виды, впервые появившиеся в Европе только в верхах Исена (*Tridonta borealis*, *Chlamys ex gr. islandica* и др.). Одновременно данные по позвоночным показывают, что комплексы Красного Крага (с *Elephes cf. meridionalis*, *Equus robustus*, *Cervus falconeri*) обнаруживают сходство не вообще с виллафранкской фауной, как это ранее считалось (Viret, 1954), а с комплексами среднего Виллафранка Италии, который относится сейчас к плиоцену¹⁴ (Azzaroli, 1970).

В то же время комплексы Уэйбурна и Пастона (с *Libralces gallicus*, *Eucladoceros tetraceros*, *E. stenoides*) являются типично верхневиллафранкскими (Azzaroli, 1953; West, 1972).

Таким образом, складывается убеждение, что прежние представления о корреляции Калабрия с Красным Крагом нуждаются в пересмотре. Более реальным кажется сопоставление Калабрия с верхней частью Исена — Брейдавиком и отнесение Красного Крага к плиоцену. В этом случае плиоцен-плейстоценовая граница в северо-европейских разрезах должна проводиться внутри Исена Англии (под Уэйбурном), под Брейдавиком Исландии и в верхней части Исена Нидерландов (под слоями с *Mascota balthica*).

В пользу такой корреляции свидетельствуют также материалы по палеомагнетизму (они разбираются в специальном разделе дальше). Из них следует, что подошва эпизода Гилзы (т.е. возрастной уровень 1,8 млн. лет) приурочена в исландском разрезе к базальтам, вмещающим тиллиты Фурувика и разделяющим зону *Serripes* и комплексы Брейдавика. И, значит, по этим данным, зона *Serripes* (а, следовательно, Красный Краг и низы Исена Англии) находится стратиграфически ниже плиоцен-плейстоценовой границы, что, как и биостратиграфические материалы, свидетельствует о плиоценовом возрасте этой зоны и ее аналогов.

О ПЛИОЦЕН-ПЛЕЙСТОЦЕНОВОЙ ГРАНИЦЕ И ДРЕВНИХ ПОХОЛОДАНИЯХ

В связи с тем что значительное место в настоящей работе отведено верхнеплиоценовым горизонтам, представляется целесообразным осветить позицию автора в отношении проведения верхней границы плиоцена.

В последние годы этой проблеме был посвящен Международный коллоквиум (1972 г.) и в многочисленных публикациях были освещены различные ее аспекты (Никифорова, 1973). Наиболее часто обсуждались три варианта плиоцен-плейстоценовой границы. Сторонники первого варианта предлагали проводить ее по подошве ледникового плейстоцена, на возрастном уровне 0,7 млн. лет, с которым совпадают начало резкого планетарного похолодания и последняя крупная инверсия геомагнитного поля Земли (Матуяма — Брюнес). В изменении органического мира эта граница отражается сравнительно слабо (исчезновение некоторых неогеновых форм и формирование современных комплексов моллюсков, становление настоящих мамонтов, появление в тропиках левозакрученных планктонных фораминифер). Выше этой границы расчленение разрезов идет практически на климато-стратиграфической основе, что считается спецификой четвертичной системы. Плиоцен-плейстоценовая граница в этом случае проходит внутри зоны *Globorotalia truncatulinoides*, что является определенным нарушением принципа расчленения фанерозойской шка-

¹⁴ После работ последних лет выяснилось, что Виллафранк, считавшийся со времени его выделения Парето в 1865 г. континентальным аналогом Калабрия, в большей своей части является более древним, чем Калабрия: нижний Виллафранк имеет подошву на изохроне 3,3 млн. лет (или даже ниже), средний — 2,5 млн. лет и только верхний — соответствует Калабрии (Никифорова, 1973).

лы, где стратиграфические подразделения базируются прежде всего на эволюционной смене комплексов.

Второй вариант предусматривает проведение плиоцен-плейстоценовой границы в основании Калабрия Италии (или между средним и верхним Виллафранком), по изохроне около 1,8 млн. лет, совпадающей с нижней границей зоны *Gl. truncatuli-poides*, с палеомагнитным эпизодом Гилза и с одним из первых похолоданий в Северном полушарии. Второй вариант в настоящее время принят почти во всех странах и утвержден предпоследним Геологическим конгрессом (1972 г.) в Канаде.

В определенной мере проведение границы на уровне 1,8 млн. лет является, безусловно, удобным и методически оправданным (прежде всего сохраняется зональный принцип расчленения кайнозоя). Вместе с тем при таком варианте в четвертичную систему попадает "верхний плиоцен" (в старом понимании), который сейчас предлагается называть "эоплейстоценом", или "доледниковым плейстоценом". Своеобразие эоплейстоцена заключается, пожалуй, в том, что он расчленяется только на крупные подразделения¹⁵, которые фактически не отличаются от аналогичных по объему подразделений неогена, а по морским комплексам вообще практически не расчленяется. В этом смысле морской эоплейстоцен пока "выпадает" из числа объектов, которые изучаются чисто "четвертичными методами", и следует лишь предполагать, что в будущем эти методы позволят расчленить его на подразделения, соизмеримые с единицами плейстоцена.

Согласно третьему варианту, плиоцен-плейстоценовая граница может проводиться в подошве Виллафранка Италии (появление первых слонов, лошадей и быков). В таком случае в квартал должен войти практически весь плиоцен, что вообще может привести к потере специфики четвертичной системы (Меннер, 1972).

Совершенно очевидно, что вопрос о плиоцен-плейстоценовой границе тесно связан с определением объема четвертичной системы и ее положения в общей стратиграфической шкале. Если оценить методы и способы расчленения различных частей этой шкалы, а также степень дробности их подразделений, то, как это подчеркивают Кобаяси, В.В. Меннер (1972) и другие, в нашей стратиграфической шкале можно выделить три основные части — докембрийскую, фанерозойскую и четвертичную. Между подразделениями перечисленных частей существует принципиальная разница в объеме, что и ставит под вопрос возможность использования единых категорий для всей стратиграфической шкалы и правомерность выделения под одним наименованием различных по объему подразделений.

Если рассматривать четвертичную систему в сравнении с другими системами, то нетрудно увидеть, что она по своей продолжительности ничтожно мала (0,7 или 1,8 млн. лет против 60 млн. лет меловой, 45 млн. лет палеогеновой и 24 млн. лет неогеновой систем). В сущности по объему это лишь одна зона или даже часть зоны фанерозоя и, если она олицетворяет (начинает?) новую систему, для нее необходимо найти такие специфические особенности, которые свойственны системам вообще. По-видимому, с биостратиграфической точки зрения эта "система" не выделяется из неогена. Ее отличительной особенностью является похолодание, которое выразилось, в частности, в развитии покровных оледенений, и именно это было использовано в первую очередь при выделении Квартала. Собственно говоря, предлагаемые сейчас В.А. Зубаковым, Е.В. Шанцером и другими геологами подразделения четвертичной системы (типа раздела, звена, климатемы, стадиала и др.), являющиеся по своей сути сугубо климато-стратиграфическими, лишняя раз говорят о специфичности объединяющей их категории ("четвертичной системы"), которая в этом отношении резко отличается от других систем.

Однако именно критерий выделения четвертичной системы, связанный с понятием "похолодания", во многом потерял свою определенность. Когда в 1948 г. Лондонский конгресс постановил проводить плиоцен-плейстоценовую границу в основании Калабрия, то одним из главных аргументов в пользу такого положения гра-

¹⁵ Подробнее о попытках расчленения эоплейстоцена см. в работах Никифоровой (1973); Краснова, Никифоровой (1973); Шанцера с соавторами (1973).

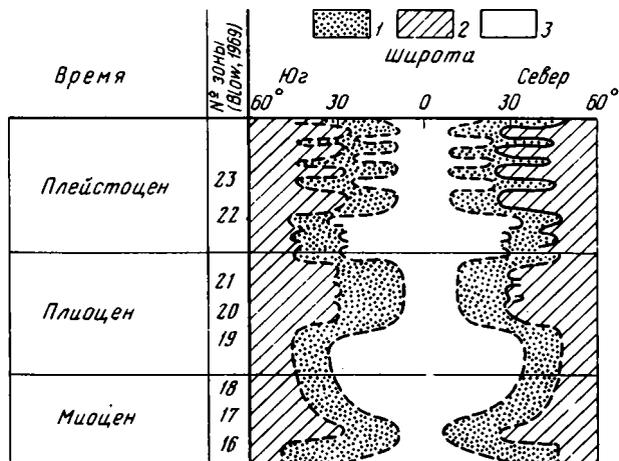


Рис. 15. Изменение ареалов комплексов планктонных фораминифер в связи с изменением климата в верхнем кайнозое (Bandy, 1972)

Globigerina pachyderma: 1 – дикстральные, 2 – синистральные; 3 – *G. menardii*

ницы было утверждение, что именно к этому уровню приурочено самое древнее похолодание (появление комплекса с *Arctica islandica*, *Hyalinea balthica* в Калабрии). Однако, хотя к раннекалабрийскому времени действительно относится некоторое похолодание, данные о существовании покровного оледенения в Европе в этот период оспариваются. И не случайно Цейнер, инспирировавший решения Конгресса 1948 г., узнав о новой интерпретации кривой Миланковича, которая ранее служила основой для помещения границы в подошву Калабрия, отказался от этих решений. В последние годы следы "похолоданий" обнаруживаются в различных частях разрезов не только квартера, но и неогена. Некоторые исследователи отмечают их, например, в Мессинии и Астии Италии; как известно из литературы, следы оледенений находятя в верхнемиоценовых толщах Аляски (Denton, Armstrong, 1969). "Похолодания" нашли отражение и в океанических осадках неогена: с одной стороны, в древних толщах океанов отмечаются ледниковые отложения, с другой – остатки синистральных популяций отдельных родов фораминифер (рис. 15).

Однако при ближайшем рассмотрении большинство этих похолоданий оказываются "относительными похолоданиями", т.е. периодами, выглядевшими более "холодными" на фоне каких-либо "теплых" периодов, но тем не менее, видимо, не сопровождавшимися широкомасштабными (материковыми) оледенениями. В этом смысле "похолодание", отмечаемое в основании Калабрия, для многих геологов тоже выглядит относительным. Если Ди Стефани, впервые в 1876 г. указавший на нижнюю границу плейстоцена на этом уровне, руководствовался соображением о наличии здесь следов крупного похолодания; если Ог, имевший большое влияние на европейских геологов, в начале века принял такую же трактовку границы; если Жинью в 50-х годах также нашел целесообразным приурочить границу к "похолоданию" основания Калабрия, то позднее ряд исследователей, в принципе не возражая против этой границы, поставили тем не менее под вопрос масштаб похолодания раннего Калабрия.

Данные по изотопным палеотемпературам (Селли, Емильяни и др.) показали, что эта граница не связана с резким похолоданием; она характеризуется лишь некоторыми температурными осцилляциями, которые накладываются на общее постепенное ухудшение климата (Никифорова, 1973). Одновременно ревизия фораминифер из Калабрия Санта-Мария ди Катанцаро (Bandy, Wilcoxon, 1970) выявила, что 90% *Globigerina pachyderma* оказались декстральными (правозакрученными), что говорит об отсутствии сильного похолодания в раннекалабрийское время (см. рис. 19). По свидетельству некоторых микропалеонтологов, максимум похолодания падал,

видимо, на возрастной уровень около 1,5 млн. лет, т.е. несколько выше нижнекаалабрийской границы (Berggren, Couvering, 1973).

При анализе похолоданий следует помнить одновременно и о другой стороне дела: если в северных районах то или иное похолодание могло проявляться эффективно (появление ледников), то в южных районах оно было относительным (не сопровождалось оледенениями и отражалось в какой-то смене комплексов).

Следовательно, масштабы похолоданий в отдельные моменты прошлого были различными, в разных широтах похолодания могли выражаться по-разному и в связи с этим при проведении верхнеплиоценовой границы климатический критерий должен использоваться весьма осторожно. Сейчас геологическая практика пришла фактически к двум достаточно четким границам: нижнекаалабрийской (биостратиграфической по природе) и нижнеплейстоценовой (климатической в основе). Какая из этих границ лучше в качестве рубежа неогеновой и четвертичной систем — вопрос уже академический. Как будет сказано дальше, по моллюскам эту границу в бореальных районах "удобнее" проводить на уровне 1,8 млн. лет (эоплейстоцен).

Возвращаясь к анализу североευропейских материалов, отметим, что следы древних относительных похолоданий обнаруживаются уже в плиоцене Исландии, Англии и Нидерландов (зона *Serrites* и ее аналоги). Следы более поздних похолоданий отмечаются на уровне 1,8 млн. лет и позже (причем в Исландии — в толщах Фурувика и Брейдавика — они проявляются в виде ледниковых образований и холодолюбивых морских и флористических комплексов, а в Англии и Нидерландах — в виде относительно "холодных" палинологических спектров и холодолюбивых морских фаун). Наконец, на уровне 0,7 млн. лет в Северной Атлантике повсеместно развиты ледниковые толщи (Англия — Эльстера), что отвечает резкому похолоданию, оставившему свои следы в пределах всего Северного полушария. Из литературы известно (West, 1972), что значительные похолодания имели место в последующей истории плейстоцена еще дважды — в риссе и вюрме.

Еще раз подчеркнем, что похолодания плиоцена и эоплейстоцена выражены в древних толщах разных широт и разных провинций, даже в пределах одних только северобореальных районов, различным образом. Как было сказано выше, они по-разному отразились и в палеонтологических комплексах: исландские фауны выглядят значительно "холоднее" соответствующих фаун Англии и Нидерландов (вспомним исландский палеобиоценоз с *Portlandia arctica* из Брейдавика и английский комплекс с *Macomia balthica* из Уэйбурна).

КОРРЕЛЯЦИЯ ИСЛАНДСКИХ РАЗРЕЗОВ ПО ПАЛЕОМАГНИТНЫМ МАТЕРИАЛАМ

Представляется чрезвычайно важным для корректировки биостратиграфических сопоставлений исландских разрезов с разрезами других районов использовать данные палеомагнитного анализа. Сходимость корреляции, получаемой палеонтологическим и палеомагнитным методами значительно повышает надежность выводов. И, наоборот, расхождения заставляют искать причины "несбойки" и вносить определенные коррективы в биостратиграфические или палеомагнитные корреляции.

Исландия была одной из стран, где впервые апробировался палеомагнитный метод с целью его применения в стратиграфии. С одной стороны, исландские материалы использовались при создании стандартной палеомагнитной шкалы (Cox, 1969; Dagleу e.a., 1967; Рюттен, Венсинк, 1963), с другой — именно здесь была осуществлена впервые в мире привязка палеонтологических комплексов к палеомагнитным зонам.

В этом отношении важное место принадлежит разрезу Тьеднес, который стал объектом изучения палеомагнитологов еще в 50-х годах. Первым палеомагнитную характеристику тьеднесским породам дал Тор. Эйнарссон (Einarsson, 1958). Позже эти исследования были продолжены Тор. Эйнарссоном, Гопкинсом, Доеллом, Венсинком и др.

В результате было выяснено, что в разрезе отмечается чередование пород с различным знаком остаточной намагниченности; в верхних (надбрейдавикских) базальтах

были отмечены положительная и отрицательная зоны; в вулканогенных толщах, фациально замещающих отложения Брейдавика, — отрицательная, положительная и отрицательная зоны; в базальтах, подстилающих отложения Брейдавика, — положительная, отрицательная и положительная зоны; наконец, в вулканитах нижней части зоны *Serripes* — верхов зоны *Mastra* — отрицательная зона. Осадочные толщи Брейдавика имеют отрицательный знак намагниченности (Гладенков, Гурарий, 1976).

Наличие размывов в разрезе, отсутствие данных по абсолютным датировкам большинства толщ, а также достоверных палеомагнитных характеристик осадочных толщ (они появились только в самое последнее время и то лишь для эоплейстоценовой части разреза) — все это, естественно, осложняло интерпретацию палеомагнитных материалов. Если к тому же учесть, что стандартная палеомагнитная шкала на протяжении последних 15 лет претерпевала изменения (в результате выявления в крупных палеомагнитных "эпохах" более кратковременных "эпизодов", в течение которых направление знака магнитного поля менялось на противоположное), то становится ясным, почему в истолковании исландских данных существуют разные варианты и почему в выборе наиболее реального из них имеются значительные трудности.

Например, в 1967 г. Тор. Эйнарсон, Гопкинс и Доел предложили два варианта сопоставления тьеднесского разреза со стандартной шкалой: один из них предполагал наличие крупного перерыва в надбрейдавикских базальтах, другой — отсутствие перерыва. В то время в стандартной палеомагнитной шкале, которая ими использовалась, в эпохе Матуяма отсутствовал эпизод Гилза, а эпизод Олдувей не разделялся на две части. После уточнения стандартной шкалы представилась возможность построить новые варианты корреляции. При этом, в частности, возраст базальтов, непосредственно перекрывающих зону *Serripes*, оказался по новой шкале около 1,9—2 млн. лет, что значительно отличается от датировок прежних вариантов, когда этот возраст принимался древнее 2,4 и даже 3 млн. лет. Нижняя граница отложений Брейдавика также "омолодилась" и поднялась до возрастного уровня 1,6 млн. лет против 1,9 или 2,4 млн. лет по прежним построениям.

В пользу такого положения Брейдавика свидетельствуют и данные по Западной Исландии. Здесь, в районе Снайфедльнеса, на осадочной толще с *Portlandia*, которая четко сопоставляется с отложениями Брейдавика, содержащими тот же комплекс, согласно залегают отрицательно намагниченные базальты с возрастом по калий-аргону $1,12 \pm 0,9$ млн. лет.

Варианты корреляции исландского разреза со стандартной шкалой отражены на рис. 16. Нам кажется, что интерпретация исландского разреза с учетом трех эпизодов в эпохе Матуяма является наиболее правдоподобной. Тем более, что именно она хорошо увязывается и с палеонтологическими данными.

Появление в последнее время палеомагнитных и радиологических данных по стратиграфическим разрезам плиоцен-плейстоцена Европы (Niitsuma, 1970; Selly, 1967) позволило более уверенно коррелировать исландские толщи со средиземноморскими отложениями и, таким образом, сопоставить одновозрастные комплексы малакофауны Средиземноморья и Исландии, которые, как уже отмечалось, коррелируются не очень четко. Первое, что бросается в глаза при этих построениях, — это соответствие толщ Брейдавика большей части калабрийского яруса и, с другой стороны, — соответствие зоны *Serripes* верхней части плиоцена Европы, что, как говорилось, отличается от распространенной в литературе точки зрения, согласно которой зона *Serripes* (точнее, ее стратиграфический аналог — Красный Краг) сопоставляется с Калабрием и, таким образом, относится к плейстоцену (Baden-Powell, 1956).

Корреляции, намеченные нами на основе биостратиграфических материалов, в данном случае хорошо совпадают с палеомагнитными сопоставлениями. В частности в определении стратиграфического положения Брейдавика и его сопоставлении с калабрийским уровнем выводы, полученные палеонтологическими и палеомагнитными методами, полностью сходны (Эйнарсон, Гладенков, 1973).

Анализ последних биостратиграфических и палеомагнитных материалов по различным районам Земного шара позволяет коррелировать исландский разрез с

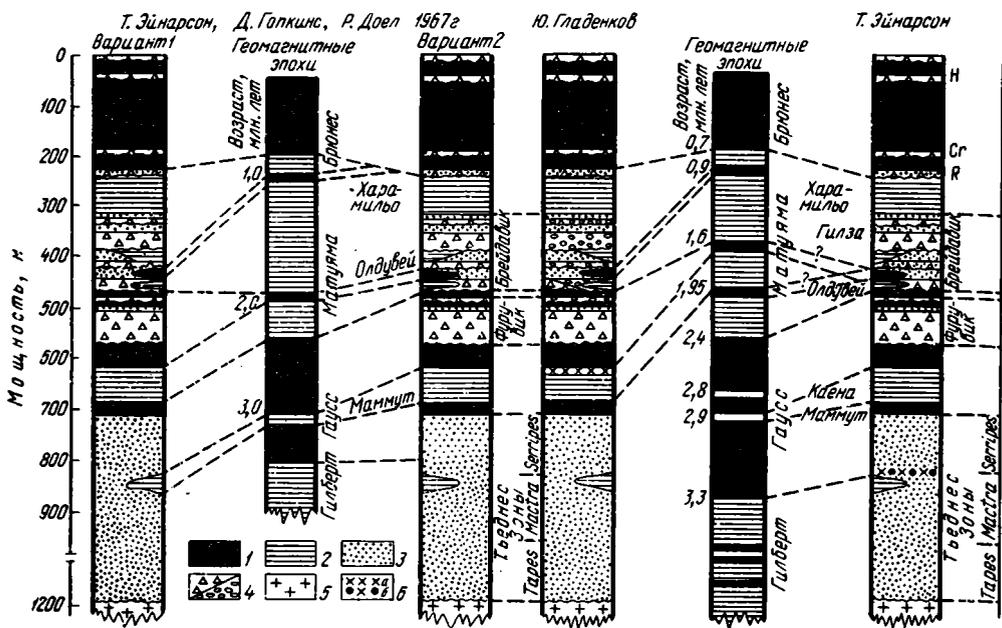


Рис. 16. Палеомагнитная характеристика неоген-четвертичных отложений Исландии

Лавы и породы: 1 – нормально намагнитченные; 2 – обратно намагнитченные; 3 – осадочные образования; 4 – тиллиты и конгломераты (R – Raudsgia, Cr – Crassafjoll, H – Husavik); 5 – неогеновые базальты; 6 – граница плиоцена и плейстоцена: а – по Ю.Б. Гладенкову, б – по Тор. Эйнарссону

разрезами других областей Северного полушария, в частности Северо-Тихоокеанского региона (Меннер и др., 1972) (табл. 16). Особый интерес представляет сопоставление с североамериканскими и камчатскими толщами, которые в ряде случаев охарактеризованы палеонтологическими комплексами и имеют радиологические датировки. По намечающейся схеме верхняя часть тьеднесских отложений коррелируется с берингийскими слоями Аляски (Голкинс, 1965), что хорошо согласуется с данными, полученными по фауне. Поскольку берингийские слои на палеонтологической основе сопоставляются с камчатскими и сахалинскими осадочными толщами, создается возможность корреляции исландских толщ с толщами северной части Тихого океана¹⁶.

Одновременно полученные в последние годы в Северной Атлантике и Тихом океане палеомагнитные характеристики океанических осадков позволили более уверенно судить о намечающихся корреляциях исландских толщ и с этими образованиями.

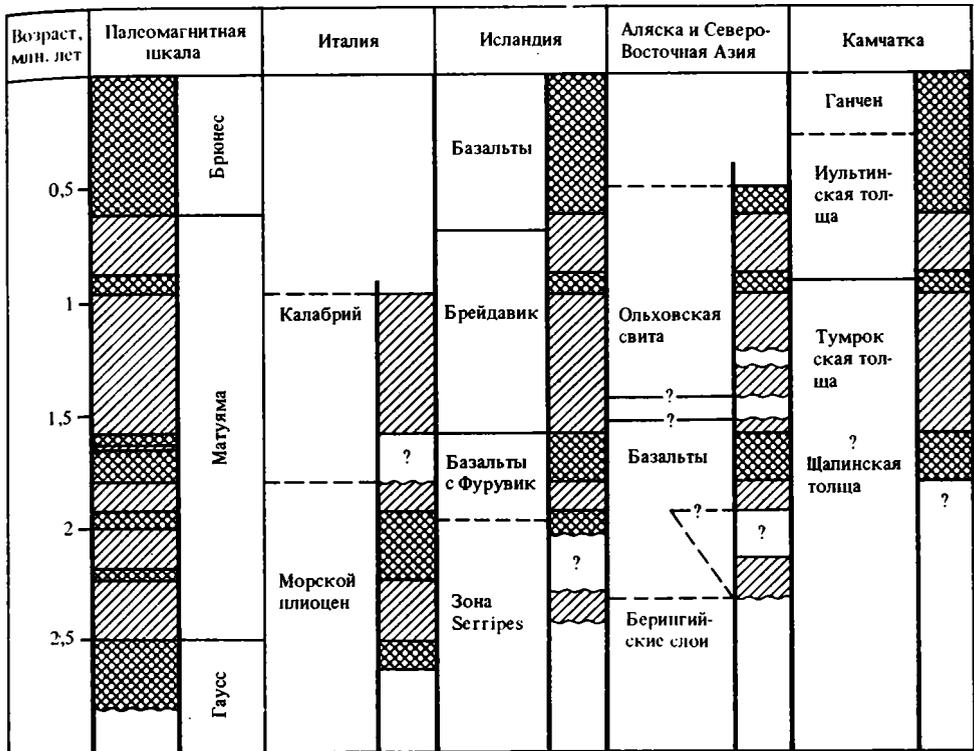
Таким образом, с помощью биостратиграфической и палеомагнитной корреляций, сопровождаемых радиологическими данными, проводится вполне определенное сопоставление плиоцен-плейстоцена Исландии с соответствующими толщами других палеобиогеографических провинций: Средиземноморья и северной части Тихого океана.

РАСЧЛЕНЕНИЕ ВУЛКАНОГЕННЫХ ФОРМАЦИЙ ИСЛАНДИИ И ИХ ВОЗРАСТ

После определения возраста толщ, слагающих разрез п-ова Тьеднес, остановимся на корреляции этого разреза с наиболее широко развитыми в Исландии вулканическими формациями, установление возраста которых имеет важное значение для расшифровки истории развития неовулканической зоны данной страны. До послед-

¹⁶ Подробнее см. главы III и IV.

Палеомагнитная корреляция некоторых разрезов борельных областей



Примечание. Условные обозначения см. на табл. 14.

него времени возраст стратиграфических подразделений Исландии оставался провизорным. Вот почему показалось целесообразным ввести данный раздел, чтобы не только дать представление об исландском разрезе в целом, но и, преследуя методологические цели, показать, какое значение имеют палеонтологические, палеогеографические и палеомагнитные материалы для его расчленения. Возраст исландских формаций дается по новым данным. Однако прежде осветим общее строение исландского разреза, чтобы определить в нем место тьеднесских толщ.

Исландия почти целиком сложена вулканическими образованиями, которые были сформированы в интервале от неогенового времени доньше (рис. 17). Стратиграфически эти образования, по мнению некоторых исландских ученых, могут быть подразделены на четыре "формации" (серии или комплекса): а) третичных платобазальтов (миоцен), б) серых базальтов (плиоцен-эоплейстоцен), в) палагонитовую (средний-верхний плейстоцен), г) перекрывающий их комплекс позднеледниковых и голоценовых образований и современных вулканитов (Эйнарсон, Гладенков, 1973).

Миоцен. Формация третичных платобазальтов (ТРВ) является наиболее древней в Исландии. Возраст ее миоценовый (частично плиоценовый); наиболее древние радиологические датировки пород (калий-аргоновым методом) — порядка 13–16 млн. лет (Moorbath e.a., 1968). Раньше на основе флористических материалов формацию обычно относили к палеогену, однако ревизия флоры также привела к пересмотру возраста вмещающих ее толщ в пользу неогена (Friedrich, 1966; Ахметьев и др., 1974).

Формация ТРВ (мощность до 10 000 м) сложена главным образом лавовыми потоками базальтов, в меньшей мере — вулканическими туфами, осадочными (часто угленосными) породами и интрузивными образованиями (Walker, 1964). В осадоч-

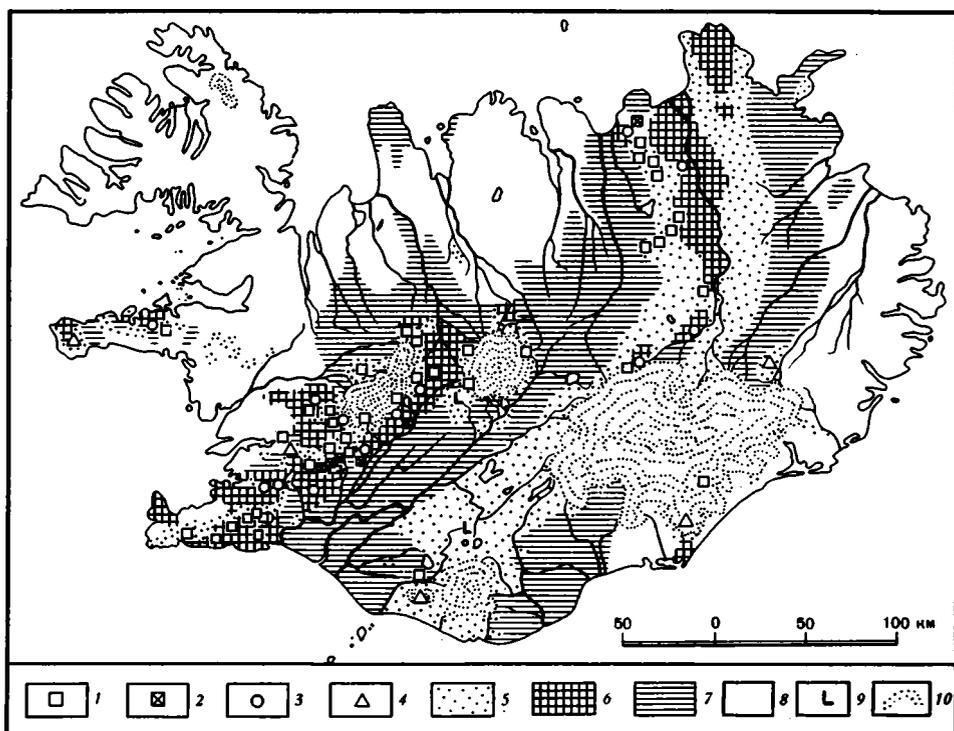


Рис. 17. Геологическая карта-схема Исландии (Einarsson, 1968)

Субгляциальные столовые горы: 1 – времени последнего оледенения (Висла-Валдай), 2 – более древние, верхнеплейстоценовые; 3 – верхнеплейстоценовые межледниковые щитовые вулканы; 4 – верхнеплейстоценовые и голоценовые стратовулканы; фации средне-верхнеплейстоценовой палагонитовой формации (формация Моуберг); 5 – подледниковые, 6 – межледниковые (потоки лав); 7 – плиоцен-эоплейстоценовая формация серых базальтов; 8 – формация третичных платобазальтов; 9 – наиболее значительные плейстоценовые массивы липаритов; 10 – ледники

ных прослоях формации распространены остатки хвойных и теплолюбивых широколиственных деревьев (Friedrich, 1966), многие из которых в плиоцене, когда климат стал холоднее, исчезли. С похолоданием, видимо, связано появление в разрезе первых тиллитов (Jonsson, 1955; Schwarzbach, Pflug, 1957; Einarsson e.a., 1967). Они отмечены в Юго-Восточной Исландии; возраст древнейшего тиллита около 10 млн. лет (по калий-аргоновым датировкам). Тиллиты пространственно приурочены к большим вулканам центрального типа и являются, видимо, отложениями горных оледенений.

Плиоцен-эоплейстоцен. Образования этого возраста, вскрывающиеся главным образом в неовулканической зоне, отличаются от платобазальтов прежде всего большим разнообразием фациального состава пород. Главную их массу составляют базальты с долеритовой текстурой ("серые базальты"). Во время оледенений вулканические продукты накапливались часто в специфических условиях: над эруптивными центрами они образовывали туфовые гребни (подушечные лавы, вулканические брекчии и туфы), которые порою "закрывались" субазральными лавами; в результате последующего действия процессов эрозии часто формировались столовые горы (Kjartansson, 1960; Sigvaldason, 1968). Осадочные образования в этой серии (речные, морские и ледниковые) распространены шире, чем в третичных платобазальтах, и более мощны (им соответствует разрез п-ова Тьеднеса). Среди вулканогенно-осадочных образований насчитывается до 12 горизонтов тиллитов, которые могут рассматриваться как следы древних оледенений, однако некоторые из них, возможно, связаны с горными оледенениями. Вместе с тем подледные вулканические извержения, многократно разрушавшие и частично растоплявшие ледниковый покров Исландии, также могли приводить к возникновению обособленных гори-

зонтов тиллитов. Поэтому определение количества ледниковых эпох по числу тиллитовых горизонтов требует осторожности.

По палеомагнитным данным, плиоцен-плейстоценовый разрез может быть подразделен на две формации: формацию серых базальтов (GBF), которая включает породы с возрастом от 3 до 0,7 млн. лет, т.е. образовавшихся в конце эпохи прямой намагниченности Гаусс и в эпоху обратной намагниченности Матуяма, и палагонитовую формацию (PGF), сформировавшуюся в интервале 0,7–0,02 млн. лет, т.е. в эпоху нормального геомагнитного поля Брюнес.

Формация серых базальтов сложена, с одной стороны, лавами "серых базальтов", которые сопровождаются речными, озерными и морскими отложениями (конгломераты, песчаники, глины), в некоторых местах содержащими ископаемые остатки (Тьеднес и Снайфедльнес), а с другой стороны, — широко развитыми тиллитовыми образованиями (по крайней мере шесть горизонтов). В ряде мест отмечаются также подледниковые вулканические накопления: подушечные лавы и вулканические брекчии (палагонитовые толщи).

Флористические остатки в видовом отношении значительно беднее, чем в третичных платобазальтах, и не содержат теплолюбивых форм.

Палагонитовая формация в нижней части содержит породы, весьма близкие формации серых базальтов: серые базальтовые лавы, терригенные отложения, тиллиты и субгляциальные палагонитовые образования. Верхняя часть формации отличается от нижней. Сложенные верхними горизонтами палагонитовой формации подледниковые горы (формация Моуберг в узком смысле) эродированы слабо. Это же относится и к субазральным вулканам двух последних межледниковых периодов. Отмеченные в осадочных прослоях ископаемые остатки моллюсков и флоры близки к современным комплексам.

Теперь перейдем к непосредственной корреляции вулканических толщ рифтовой зоны с разрезом п-ова Тьеднес. Для сопоставления верхних горизонтов разреза важное значение имеют материалы по палеомагнитной характеристике пород и тиллитам. Как указывалось, образования Брейдавикя перекрываются мощной серией потоков отрицательно намагниченных базальтов, которые сменяются нормально намагниченными базальтами с четырьмя тиллитовыми горизонтами.

Эти горизонты тиллитов, по всей видимости, отвечающие последним плейстоценовым оледенениям Европы, сопоставляются с моренами позднего оледенения и тиллитами, заключенными в палагонитовой формации. Поэтому верхние положительно намагниченные базальты п-ова Тьеднес могут достаточно уверенно коррелироваться с палагонитовой формацией (нижняя граница — 0,7 млн. лет в обоих случаях совпадает с началом эпохи Брюнес (табл. 17)). В пользу такого сопоставления свидетельствуют и палеонтологические данные: наличие в осадочных прослоях вулканических остатков моллюсков современного типа.

Подстилающие отрицательно намагниченные базальты п-ова Тьеднес соответствуют верхней (тоже "отрицательной") части формации серых базальтов. Более низкие толщи сопоставляются с ней не только по палеомагнитным данным, но и по трем-четырем горизонтам тиллитов, отмечаемых на этом уровне. Для корреляции здесь используют также определения радиологического возраста пород (наличие датировок в вулканиках неовулканической зоны (от 0,7 до 1,8 млн. лет) и п-ова Снайфедльнес (1,2 млн. лет), где они непосредственно связаны с осадочными палеонтологически охарактеризованными толщами). Важным репером для корреляции исландских разрезов представляются эпизод Гилза (1,8 млн. лет) и горизонт тиллита Фурувика (с возрастом около 1,8 млн. лет) — самый древний в тьеднеском разрезе. Этот горизонт в Исландии является одним из основных и широко используемых в геологической практике маркеров.

Сопоставление более древних горизонтов по палеомагнитным данным выглядит более проблематично. Базальты, непосредственно перекрывающие зону Serripes, могут быть сопоставлены со своими аналогами из других районов Исландии по уровню Олдувей. Зона Serripes, вероятно, отвечает самым нижним частям формации серых базальтов; в этой зоне отмечаются относительно холоднолюбивые фауны и флоры, присутствуют туфы, видимо, связанные с формированием палаго-

Таблица 17

Корреляция разреза полуострова Тьеднес с общей стратиграфической схемой Исландии

Возраст, млн. лет*	Палеомагнитные зоны	Основные подразделения исландского разреза	Разрез Тьеднес		
0,01	[Крестик]	Голоценовые образования и вулканогенные породы			
		Позднеледниковые образования и вулканогенные породы			
0,7	[Крестик]	Палагонитовая формация (PGF)		+	
				+	
0,9–0,95	[Крестик]	Формация серых базальтов (GBF)		+	Базальты с несколькими горизонтами тиллитов
				+	Отложения Брейдавика
1,6–1,8	[Крестик]	Формация серых базальтов (GBF)		+	
				+	Базальты с тиллитами Фурувика
1,95–2,1	[Крестик]	Формация третичных платобазальтов (ТРВ)			
~ 3	[Крестик]	Формация третичных платобазальтов (ТРВ)			
16	[Крестик]	Формация третичных платобазальтов (ТРВ)	Отложения Тьеднес	Зона	Serripes
					Mastra
					Tapes
					Третичные базальты

* По палеомагнитным данным.

Примечание. Крестиком отмечены ледниковые отложения.

нитовых толщ, а в серых базальтах впервые широкое развитие получают тиллитовые и палагонитовые образования. Что касается зон Tapes и Mastra, то их можно сопоставлять с верхней частью третичных платобазальтов (относительная теплолюбивость фауны и флоры соответствующих толщ).

По данным М.А. Ахметьева и др. (1974), палеоботанические материалы делают возможным проводить корреляцию вулканических формаций Исландии с тьеднесским разрезом еще более надежно. В верхних туфогенно-осадочных толщах третичных платобазальтов происходит резкая смена таежной растительности с участием хвойных и мелколиственных пород на древесно-кустарниковую и травянистую. Спорово-пыльцевые спектры этих толщ, которые залегают в ряде районов под базальтами с возрастом 3,5–4 млн. лет, сходны со спектрами низов зоны Tapes. Спектры верхней части зоны Tapes и низов зоны Mastra близки к спектрам туфогенно-осадочной пачки ТРВ одного из районов Западной Исландии — Слегьюлекура. Флороносные слои Слегьюлекура, как и пачки "F" разреза Тьеднес, содержат остатки листьев *Salix* (те же виды) и *Alnaster*, древесно-кустарниковую пыльцу, в основном *Alnaster* (97%), пыльцу травянистых — *Gramineae*, *Polygonum*, *Sinquisortby* и др. Возраст платобазальтов этого уровня (районы Литлизандур, Гильяр Северной и Западной Исландии) — 2,8–3,4 млн. лет.

Спектры верхней части зоны Serripes и Брейдавика аналогичны спектрам, полученным из туфогенно-осадочных отложений нижней части разреза толщи "серых" базальтов (Стед, Видидалсау). Возраст эффузивов этого уровня — 2,2–1,1 млн. лет.

Признаки похолодания, зафиксированные в верхних слоях толщи Тьеднес и в Брейдавике, подтверждаются не только палинологическими данными, но и находками отпечатков в близких по возрасту отложениях других районов Исландии таких элементов тундровой растительности, как *Salix arctica*, *Betula pana*, *Dryas octopetala*, *Andromeda* sp., *Vaccinium* sp. и др. (местонахождения Видидалсау, Стед). В двух нижних горизонтах разреза п-ова Тьеднес эти формы не встречаются.

Намеченный вариант сопоставления тьеднесских и вулканических толщ показывает, что граница плиоцена и плейстоцена (если ее принимать на уровне 1,8 млн. лет) проходит внутри формации серых базальтов. Если верхняя часть последней соответствует эоплейстоцену (0,7–1,8 млн. лет), то нижняя является уже плиоценовой. Можно поддержать мнение Тор. Эйнарсона о приуроченности нижней границы формации к уровню около 3 млн. лет. Именно с этим уровнем связаны изменения в литологии и составе органических остатков исландских толщ. С этого времени, в частности, отмечается широкое распространение в Исландии тиллитов и получают развитие субгляциальные палагонитовые образования (Einarsson, 1968; Wensink, 1964). Приблизительно тогда же происходит изменение флоры, которая становится похожей на современную (Schwarzbach, Pflug, 1957), исчезает хвойная растительность, а относительно теплолюбивая фауна зон Tapes–Mastra замещается более холодноводной (зоны *Serripes*). Кстати, именно эту границу Тор. Эйнарсон и считает рубежом между плиоценом и плейстоценом, поддерживая в этом отношении решения Лондонского конгресса.

ВЕРХНИЙ КАЙНОЗОЙ В ОКЕАНИЧЕСКИХ ОСАДКАХ СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКИ

Описание морских отложений верхнего кайнозоя будет не полным, если не коснуться данных о древних осадках океанического дна. К сожалению, большая часть материалов по подводному бурению, проведенному в Северноморском бассейне, остается не опубликованной, а ведь именно эти данные могли бы осветить многие важные вопросы стратиграфии, корреляции и палеогеографии верхнего кайнозоя этого района.

Для наших целей особое значение имеют стратиграфические данные, полученные в 12-м рейсе научно-исследовательского судна "Гломар Челленджер" (Initial..., 1973). Пробуренные скважины (по профилю Лабрадорское море — районы южнее Гренландии и Исландии — плато Роколл) показали, что на дне океана имеются значительные толщи осадочных пород, среди которых в верхней части разреза можно выделить отложения миоценового, плиоценового и четвертичного возраста (рис. 18, табл. 18). Их мощность и состав несколько варьируют по площади. Если в скв. 112 (южнее Гренландии) мощность осадочного неогена и квартера не превышает 250 м, то в более северном районе (скв. 113, ближе к Гренландии) она достигает

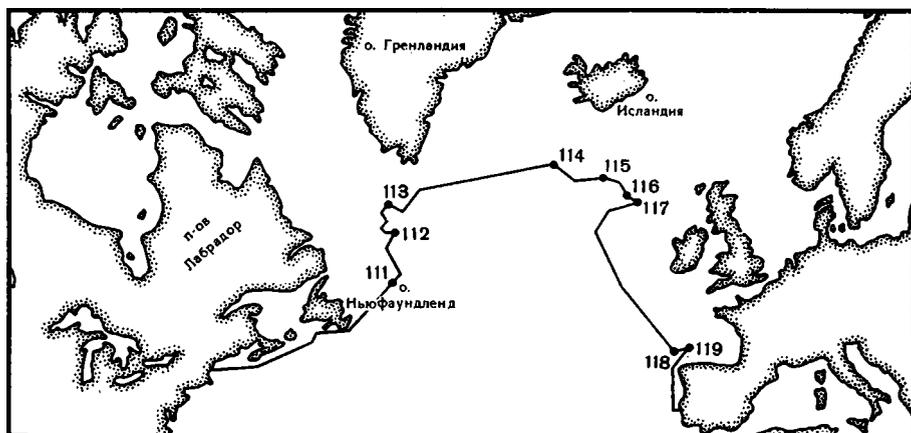


Рис. 18. Положение скважин в Северной Атлантике XII рейса "Гломар Челленджер"

Таблица 18

Корреляция неогеновых комплексов планктонных фораминифер высоких и низких широт

Возраст		Ярус	Зоны, по планктонным фораминиферам				
			Тропические районы (Blow, 1969)		Северная Атлантика (Berggren, 1971)		
млн. лет	Плейстоцен		Калабрий	N 23 – <i>G. calida</i> <i>S. dehiscons exca vata</i>	inflata	pachyderma (S)	
				N 22 – <i>G. truncatulinoides</i>			
2	Верхний	Астий	Пьяченций	N 21 – <i>G. tosaensis tunuitheco</i>	crassaformis	atlantica	bulloides
				? – <i>P. obliquiloculata</i>			
5	Плиоцен	Верхний	Занклий	N 19 – <i>S. dehiscons</i> – <i>G. altispira</i>	puncticulata	atlantica	
				N 18 – <i>G. tumida</i> – <i>S. subdehiscons pae nedehiscons</i>			
10.5	Мiocен	Верхний	Мессиний	N 17 – <i>G. tumida plesiotumda</i>	conoidea	atlantica	bulloides
				N 16 – <i>G. (Turbo.) acostaensis</i> – <i>G. merotumida</i>			
16	Средний	Серравальи		N 15 – <i>G. (Turbo.) continuosa</i>	miozea	Globiggerina (D) | (S)	apertura nepenthes
				N 14 – <i>G. nepenthes</i> <i>G. (T.) siokensis</i>			
22.5	Олигоцен	Верхний	Хатт	P 22 – <i>G. angulisuturalis</i>	baroemoenensis	atlantica	praebulloides
16	Нижний	Лангий	Бурдигал	N 9 – <i>Q. suturalis</i> – <i>G. (Turbo) peripheroronda</i>	Orbulina	atlantica	Globoquadrina
				N 8 – <i>G. sicanus</i> – <i>G. insueta</i>			
22.5	Нижний	Бурдигал	Аквитан	N 7 – <i>G. insueta</i> – <i>G. quadrilobatus trilibus</i>	dehiscons	atlantica	
				N 6 – <i>G. insueta</i> – <i>G. dissimilis</i>			
22.5	Нижний	Аквитан		N 5 – <i>G. dehiscons praedeiscons</i> – <i>G. dehiscons</i>	praedeiscons	atlantica	
				N 4 – <i>G. quadrilobatus primordius</i> – <i>G. (Turbo.) kugleri</i>			
22.5	Олигоцен	Верхний	Хатт	P 22 – <i>G. angulisuturalis</i>	baroemoenensis	atlantica	praebulloides

850 м, а южнее Исландии (скв. 114 в районе хребта Рейкьянес) – около 600 м. Далее к востоку, ближе к Великобритании, в зависимости от структурной приуроченности осадков мощность верхнего кайнозоя изменяется от 200 (скв. 115) до 700 м (скв. 116) и далее к востоку – до 50–60 м (скв. 117).

Миоценовые образования (наибольшая мощность в скв. 116 – около 550 м) представлены глинистыми толщами и песчано-глинистыми отложениями, вмещающими значительное количество остатков фораминифер и наннопланктона. Плиоценовые отложения (максимальная мощность в скв. 113– 650 м) характеризуются песчанистыми и глинистыми (иногда с конкрециями и глауконитом) породами, в верхней части которых появляется галька; они также охарактеризованы наннопланктоном и фораминиферами. Четвертичные толщи (мощность их, как правило, не превышает 200– 250 м) представлены обычно серыми глинами и песками с галькой, которые иногда замещаются вулканогенными породами (скв. 115).

Расчленение всех этих толщ ведется на микропалеонтологической основе. Согласно Бергрелю (Berggren, 1972; Berggren, Couvering, 1973), зоны Северной Атлан-

тики, выделяемые по планктонным фораминиферам, характеризуются более холоднолюбивыми комплексами и являются несколько более "широкими" по объему, нежели зоны тропических районов, по Блоу. Тем не менее они сопоставлены с "южной" шкалой, что позволяет намечать, конечно, с той или иной степенью детальности, границы основных подразделений кайнозоя и в северных районах. Например, нижняя граница плиоцена приурочена здесь к границе миоценовых комплексов *Globigerina conoidea* и плиоценовых *G. puncticulata-crassaformis*. Верхний рубеж плиоцена характеризуется исчезновением *Globigerina atlantica*, появлением *S. pachyderma* и расцветом *Globorotalia inflata* (последняя форма появляется несколько ниже этой границы). Интересно, что в низах антропогена преобладают декстральные *G. pachyderma*, а в верхней части — синистральные (Бараш, Блюм, 1974).

Одновременно для определения возраста океанических осадков применяются данные по наннопланктону и радиоляриям, которые обнаруживают сходимость с результатами расчленения по планктонным фораминиферам.

Использование всех этих материалов позволило в ряде случаев наметить достаточно обоснованные реперы в колонках и привязать к шкале времени некоторые важные события геологического прошлого.

В частности, согласно этим материалам, следы первого оледенения, или, точнее, первого существенного похолодания, в Северной Атлантике (появление значительного количества галек ледового разноса) отмечены в осадках, сформировавшихся около 3 млн. лет назад. К этому же возрастному уровню приурочены исчезновение некоторых относительно тепловодных видов кокколитофорид (*Sphenolithus abies*, *Reticulofenestra pseudoumbilica* и др.) и смена комплексов планктонных фораминифер (подзона *Globigerina crassaformis* сменяется зоной *Globorotalia inflata*, низы которой соответствуют верхнеплиоценовой зоне *G. tosaensis* южных районов).

ВЕРХНИЙ КАЙНОЗОЙ СЕВЕРНЫХ РАЙОНОВ
ТИХОГО ОКЕАНА

Если корреляция кайнозойских толщ Северной Атлантики со стратотипами Европы, как отмечалось выше, встречала определенные трудности, то сопоставление северо-тихоокеанских толщ с атлантическими (европейскими) подразделениями наталкивалось на еще более значительные препятствия. Это естественно: ведь в последнем случае корреляция касалась толщ не только разных провинций, но и разных биогеографических областей, что сразу же находит отражение и в заметном эндемизме фаун (прежде всего донных), и в различном характере (типе) развития организмов (Гурьянова, 1972), свойственных двум громадным биогеографическим областям — Атлантической и Тихоокеанской. Поэтому не кажется удивительным, что возрастные датировки кайнозойских толщ Тихоокеанской области, и в частности ее северной части, были достаточно условными.

Создание стратиграфической шкалы севера Тихоокеанской области практически шло через разработку провинциальных схем, основанных на бентосных комплексах. Первой — к середине 40-х годов — была создана "ярусная" североамериканская шкала (Weaver *et al.*, 1944). К американскому эталону впоследствии стали привязывать шкалы и других районов Тихоокеанской области — в частности, схемы советского Дальнего Востока, созданные к концу 50-х годов (Решения. . . , 1961).

Стратиграфические схемы территории СССР в первую очередь связывались именно с американскими, потому что, несмотря на наличие большого количества детальных шкал по отдельным районам Японии, создание единой японской шкалы затянулось до 60-х годов.

Однако североамериканские схемы, безусловно сыгравшие большую роль в унификации стратиграфических подразделений Тихоокеанской области, как сейчас выясняется, имеют многие недостатки. В основу их выделения был положен стратиграфический анализ литологических формаций и приуроченных к ним бентосных комплексов (моллюсков, иглокожих, фораминифер). В северной части США было выделено более чем 150 третичных "формаций" (по более чем 20 разрезам в штате Калифорния и 15 разрезам в штатах Орегон и Вашингтон), которые приведены к 16—17 "ярусам" общей шкалы региона. Эти "ярусы" часто были составлены из отдельных частей, взятых по не всегда достоверно надстраиваемым друг друга разрезам разных, порой далеко удаленных районов. Очень часто "ярусы", будучи выделенными на основе формаций, палеонтологически характеризовались "поформационно", что не давало возможности установить реальную последовательность комплексов по разрезу и расшифровать зависимость фауны от различных фаций (из-за скольжения фаций в разрезе в одну и ту же формацию объединялись толщи, занимающие разное стратиграфическое положение). Все это приводило к тому, что точная палеонтологическая характеристика "ярусов" оставалась часто неясной, и это затрудняло корреляцию горизонтов на больших площадях.

Наконец, проведенные по разным группам сопоставления американских подразделений с европейскими в ряде случаев оказались противоречивыми (особенно это относилось к олигоцену и неогену). Разночтение в этих сопоставлениях приводило к путанице, ибо неодинаковое использование возрастных датировок ("эоцен", "средний олигоцен" и т. п.) в применении к отдельным формациям затрудняло определение точной стратиграфической позиции последних.

Североамериканская схема 1944 г. была в общих чертах скоррелирована со шкалой Центральной Америки, Атлантического побережья Северной Америки и Карибского бассейна, разработанной Куком, Гарднером и Вудрингом (Сooke e.a., 1943). Однако авторы всех американских схем подчеркивали, что основания для точной корреляции формаций этих схем с европейскими ярусами пока отсутствуют и все сопоставления являются предположительными. Действительно, ни гастроподы (*Turritellidae* и др.), ни бентосные фораминиферы, которые, в частности, использовались для расчленения третичных толщ, не давали основы для точных корреляций.

Стратиграфические схемы советского Дальнего Востока, принятые на стратиграфических совещаниях в Магадане в 1957 г. и в Охе в 1959 г., базировались главным образом на донных фаунах (в основном на моллюсках) и тоже имели много недостатков. Прежде всего они не были точно привязаны к американскому стандарту, ибо сопоставления по посвитным (формационным) спискам комплексов давали разночтения и были сделаны лишь в общем виде. Сходное положение сложилось и в отношении сопоставления с японской шкалой. Корреляция же их с европейскими ярусами была совершенно недоказанной, и не случайно Охинское совещание отмечало условность не только "ярусов", но и подотделов (а практически необоснованными выглядели и дальневосточные отделы). Вариант выделения, например, "миоцена" и "плиоцена" на Камчатке, нижние границы которых проводились соответственно в основании аманинской свиты и в средней части какертской свиты, вряд ли мог считаться строго доказанным. Уже то, что в рамках "плиоцена" Камчатки отмечалось пять стратиграфически сменяющихся комплексов моллюсков (какертский, этолонский, эрмановский, энемтенский и выделенный недавно усть-лимимтэваямский), которые приурочены к свитам, относившимся ранее к "нижнему", "среднему", "верхнему плиоцену" и постплиоцену, заставляло с большой осторожностью относиться к их датировкам, ибо в опорных разрезах Европы и других стран комплексы моллюсков не дают возможности выделять столь дробные части плиоцена (в лучшем случае намечаются две части). К сожалению, многие геологи до самого последнего времени не учитывали условность возрастных датировок дальневосточных свит, вкладывая буквальным смыслом в названия типа "верхний миоцен" и т. п.

Таким образом, стратиграфические шкалы севера Тихоокеанской области, созданные в 50-х годах, оставались привязанными к европейским стандартам чрезвычайно ненадежно, и вопрос о корреляции с ними не теряет своей актуальности донныне.

Вместе с тем до последнего времени оставался нерешенным вопрос о сопоставлении кайнозойских толщ в пределах севера Тихоокеанской области и ее отдельных регионов, хотя он и привлекал к себе внимание с давних пор. В Советском Союзе известна, в частности, провинциальная схема Л.В. Криштофович (1961), где сопоставлены древние осадки Корякского нагорья, Камчатки, Сахалина, Северной Америки и Японии — этой громадной территории, расположенной между 25 и 65° с. ш.

Биостратиграфическое расчленение развитых здесь толщ является делом чрезвычайно трудным прежде всего из-за специфики их накопления: практически все они формировались в геосинклинальных кайнозойских бассейнах. Это нашло отражение в громадных мощностях осадочных пород, часто отличающихся бедностью органическими остатками; в пестроте фациального состава древних осадков; в сравнительной однообразности ископаемых комплексов, свойственных мощным разрезам широко развитых здесь относительно глубоководных толщ; в наличии в разрезах палеонтологически пустых интервалов, связанных со значительным распространением вулканогенных пород, перерывов; в сложной дислоцированности осадочных толщ.

В схеме Л.В. Криштофович основные подразделения — "ярусы" и горизонты были выделены по смене комплексов малакофауны, которые позволили наметить общую корреляцию толщ различных районов. Однако при этих сопоставлениях сразу же возникли трудности. При детальном рассмотрении выявилось, что сопоставле-

ние многих горизонтов Камчатки и Сахалина, с одной стороны, и Сахалина и Японии - с другой, оказалось недостаточно четко обоснованным. Например, аналогом средненутовского горизонта Сахалина на Камчатке долгое время считался этолонский горизонт, однако, как сейчас выясняется, этим аналогом является энемтенский горизонт; многие горизонты Сахалина и Камчатки остаются вообще практически несопоставленными (в частности, горизонты "среднего миоцена") и т.д.

Сопоставление комплексов бентосной фауны крайне затруднено из-за их отличий, обусловленных климатом. Естественно ожидать, к примеру, что тепловодные комплексы неогена Южной Японии будут резко отличаться от более холоднотолерантных ассоциаций Корякского нагорья как по систематическому составу, так и по числу видов моллюсков. Ведь даже в пределах одной только Японии (ее южной и северной частей) эти отличия весьма ощутимы.

Трудности корреляции обусловлены также сильной зависимостью состава комплексов моллюсков от условий их обитания. Многие из горизонтов в опорных разрезах были охарактеризованы, практически, лишь каким-либо одним определенным гомофаціальным комплексом фауны, и сопоставление одновозрастных толщ, отличавшихся в фаціальном отношении, проводилось весьма условно. В последние годы выяснилось, что "похожие" комплексы в некоторых случаях находятся в литологически сходных толщах разновозрастных горизонтов, а "несходные" комплексы (например, мелководные и относительно глубоководные), ранее относившиеся к разновозрастным толщам, являются практически одновозрастными.

Например, оказалось, что некоторые горизонты миоценовых отложений в стратотипах Западной Камчатки не представлены в мелководных фациях, которые в ряде случаев встречаются на восточном побережье. Поэтому последние, будучи часто не привязанными к разрезу, обычно сравнивались со сходными по облику (мелководными) более молодыми (в частности, "плиоценовыми") осадками Западной Камчатки. В некоторых случаях это приводило к ошибочным корреляциям. Особенно ярко это было показано на материалах Валагинского хребта и Кроноцкого района. Выделяемые в Валагинском хребте (Восточная Камчатка) два "несходных" комплекса моллюсков (первый - с *Nuculana*, *Yoldia*, второй - с *Mya*, *Clino-cardium*) долгие годы сравнивались соответственно с "нижнемиоценовой" и "плиоценовой" фауной Западной Камчатки. Однако, как показали работы А.Г. Цикунова и других исследователей (автор анализировал фауну), несходство комплексов связано не с возрастными отличиями, а с их приуроченностью к разным фациям одновозрастных (позднепалеоген-раннемиоценовых) толщ - мелководным и относительно глубоководным (Гладенков, Цикунов, 1966).

Одновременно на Камчатке выявились случаи, когда фаунистические комплексы оказались расположенными в стратиграфическом порядке, обратном тому, который принимался многие годы. Так, по данным А.С. Арсанова, в Кроноцком районе комплекс моллюсков, известный под названием ракетинского и Горячих ключей, сравнивавшийся обычно с верхнемиоцен-плиоценовой фауной западнокамчатских разрезов, оказался приуроченным к слоям, которые занимают более низкое стратиграфическое положение, чем толщи с тюшевским комплексом среднего миоцена (Ильина, 1963; Власов, 1964). Аналогичные примеры обнаруживаются и в других районах Тихоокеанской области: на о-ве Карагинском, где была доказана одновозрастность океанских слоев и слоев с *Mya karaginskiensis*, относившихся ранее соответственно к олигоцену и верхнему миоцену (Гладенков, 1972б); на Сахалине, где выявлены разнофаціальные толщи окобайской свиты, считавшиеся разновозрастными (Млашак, 1969; Волошинова, Леоненко, 1973); в Северной Америке, где считавшиеся олигоценовыми и миоценовыми (разные по фаціальному составу) части формации Астории сейчас отнесены к единой по возрасту (средний миоцен) толще (Moore, 1963); в Японии, где была установлена синхронность образования формаций Поронай и Асагай, достаточно резко отличающихся по палеонтологической характеристике из-за различий в их фаціальном составе (Kamada, 1962; Mizuno, 1964; Minato et al., 1965).

Число подобных примеров можно было бы увеличить. Все они говорят о том, что принимавшееся ранее положение о стратиграфической выдержанности литологических тел и связанной с ними фауны на больших площадях оказалось неверным, и недооценка фациальной изменчивости толщ и связанных с ними комплексов в ряде случаев служила причиной многих ошибок. Сейчас уже можно сказать, что комплексы моллюсков из стратотипических разрезов Западной Камчатки, с которыми сравнивались комплексы сопредельных районов, во многих случаях не характеризуют дробные возрастные интервалы, как это принималось ранее, и их сменяемость в разрезе часто обусловлена сменой определенных фаций, что и определяет кажущееся несоответствие датировок, — с одной стороны, западнокамчатских, а с другой — восточнокамчатских толщ, которые часто представлены в более однородных фациях.

Сказанное относится и к сопоставлениям более широкого масштаба. Уже говорилось, что корреляция камчатских толщ с отложениями Северной Америки, Сахалина и Японии была основана на определенном сходстве комплексов моллюсков, но при этом в качестве важного коррелятива принималась и фациальная близость сравниваемых толщ. Исходя из этого, например, формация Этчегонн США (бывший "средний плиоцен" американской шкалы), охарактеризованная богатым комплексом моллюсков, принималась синхронной этолонской свите Камчатки с ее богатыми сублиторальными комплексами, а глины Монтерей сопоставлялись с диатомитово-аргиллитовой какертской свитой. Считалось, что на этчегонское время в Тихоокеанской области приходится максимум трансгрессии, а в последующее время (Сан-Хоакин) начиналась регрессия и происходило накопление континентальных толщ, которым на Камчатке соответствует эрмановская свита с ее лигнитами. Однако такой вариант сопоставления при более тщательном рассмотрении обнаружил существенные недостатки. Начать с того, что ссылки на возможность широкой параллелизации толщ по фациальному набору пород оказались далеко не состоятельными. Из литературы выясняется, что даже в пределах Северной Америки сопоставления, сделанные на этом принципе, выглядят неубедительно (Adegoke, 1969). В частности, классический разрез неогеновых отложений одного из стратотипических районов Северной Америки — холмов Кеттлман в Калифорнии — в этом отношении не выдержан, ибо он характеризуется чередованием морских и континентальных образований начиная с верхов формации Санта-Мargarита, т.е. еще с миоцена (монтерейского времени), а весь "плиоцен" (Хакалитос, Этчегонн и Сан-Хоакин) представляет собой переслаивание морских и континентальных пачек, в которых встречены даже остатки наземных млекопитающих, богатые комплексы флоры, комплексы пресноводных моллюсков.

В последних работах, основанных на изучении стратотипов неогена в Калифорнии (Рифтовый хребет, район Коалинга и холмы Кеттлман), геологи (Адегоук и др.) подчеркивают, что выделенные здесь формации часто не соответствуют одноименным стандартным "ярусам" и не занимают строгой стратиграфической позиции, а представляют собой те или иные фациальные толщи разного возраста. Так, миоценовые толщи Нероли, Циербо и даже Брионес по простиранию замещаются песчаниками Санта-Мargarита или глинами Монтерей: плиоценовые "ярусы" Хакалитос и Этчегонн, отличаясь фациально, по фауне практически не расчленяются (Adegoke, 1969). Вот почему выводы, основанные на предположении о синхронности геологического развития неогеновых бассейнов Северной Америки и Камчатки, требуют большой осторожности.

Безусловно, многие недостатки корреляционных построений были связаны также с относительно плохой изученностью фауны. В частности, монографическое описание древних моллюсков существенно отставало от нужд практики. В Советском Союзе, например, можно назвать только четыре такие монографии (Слодкевич, 1938; Криштофович, Ильина, 1954; Криштофович, 1964; Ильина, 1963). Они, безусловно, сыграли большую роль в изучении гретичных моллюсков, однако, к сожалению, часто были основаны на относительно старых, часто "посвитных" сборах. Подобная картина отмечалась и в Северной Америке, где фауны обычно описывались "поформационно", и в Японии, где до последнего времени фаунистические комплексы отдельных районов были увязаны между собой недостаточно точно.

Одним из существенных недостатков изучения фаун было небольшое количество работ по отдельным группам (родам и т.п.), с разбором закономерностей их развития, с установлением комплексов, приуроченных к разным стратиграфическим уровням, с выяснением внутривидовой и популяционной изменчивости. Это объясняется прежде всего слабой изученностью разрезов и недостаточностью палеонтологического материала (бедность ископаемых остатков, отсутствие послонных сборов).

НОВОЕ В РАЗРАБОТКЕ СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ ШКАЛ ПОСЛЕДНИХ ЛЕТ. ГОРИЗОНТЫ СЕВЕРО-ТИХООКЕАНСКОЙ ОБЛАСТИ

В последние десятилетия положение с кайнозойской стратиграфией северной части Тихого океана стало меняться. Провинциальные шкалы более объективно были привязаны к общей шкале. Как показали исследования последних лет, зоны, выделенные по планктонным комплексам в тропическом поясе, могут быть в ряде случаев прослежены и в северной части Тихоокеанской области — в океанических районах, в Японии, в Калифорнии и частично на Сахалине и Камчатке. Из анализа материалов японских геологов следует, что в Японии удастся выделить возрастные аналоги многих зон (за исключением низов палеоцена, нижнего эоцена и части олигоцена, которые достоверно пока не установлены). Таким образом, создается предпосылка для увязки японских разрезов с общей зональной шкалой. Это имеет большое значение, ибо возникает та основа, с которой можно связывать северотихоокеанские региональные шкалы, разрабатываемые, как говорилось, главным образом по бентосным комплексам и пока что недостаточно точно увязываемые с планетарными стратиграфическими подразделениями.

Обратимся к японским планктонным зонам и посмотрим, насколько они обобщены. Для начала отметим, что японские стратиграфические схемы, построенные с учетом планктонной фауны, имеют некоторые дефекты. Они в ряде случаев не совсем точно сопоставлены с европейскими схемами. Например, даже в некоторых последних работах (Асано, Хатая и др.), в которых приводится сопоставление японских разрезов с европейскими, тринидадскими и другими, а также в крупной последней сводке "Геологическое развитие Японских островов" (1968 г.), где тоже имеются корреляционные схемы, расчленение неогена произведено не совсем верно. Причина эта связана, в частности, с тем, что японские схемы сопоставлялись с южноамериканскими схемами Бэнди, в которых возрастные датировки "зон" ярусов не всегда совпадали с возрастом подразделений стратотипов (так, к "аквитану" отнесен типично бурдигальский комплекс с *Globigerinatarella insueta*, к "бурдигальскому" ярусу — зона *Globorotalia foshi*, относящаяся к "гельвету", в свою очередь к "гельвету" — зона с *G. menardi*, которая характеризует тортонский ярус и т.п.). В связи с этим датировка европейских ярусов претерпевает у некоторых японских авторов изменения. Нижнемиоценовый бурдигальский ярус считается среднемиоценовым, а среднемиоценовые гельветский и тортонский ярусы — верхнемиоценовыми. Такая интерпретация возрастных датировок ярусом и зон, частично уже вошедшая в японскую литературу, затрудняет использование названий ярусом в качестве индикаторов возраста.

Безусловно, в выделении японских зон и их корреляций с зонами общей шкалы имеются определенные сложности. Так, некоторая часть видов японских комплексов относится к эндемикам. Многие смежные зоны Японии выделены в различных разрезах и надстроены друг над другом по аналогии с другими районами Земного шара (так, палеоцен выделен на о-ве Хоккайдо, эоценовые опорные разрезы находятся на о-ве Амакус и в прилегающих районах о-ва Кюсю, миоцен расчленен в средней части о-ва Хонсю, плиоценовые комплексы найдены в северо-западной части последнего). Объем японских зон в ряде случаев определен неточно, так как их верхние и нижние границы не всегда установлены в конкретных разре-

зах. Практически часто приходится иметь дело с тейльзонами. Комплексы планктонных фораминифер здесь часто обеднены. Это особенно касается Северной Японии, где относительно холодноводные фации часто не содержат тропических видов. Помимо всего прочего, между слоями с выделенными комплексами в разрезах имеются палеонтологически пустые интервалы. В результате разобшенности опорных разрезов и наличия немых толщ смыкаемость отдельных зон и горизонтов иногда отсутствует.

Еще более тяжелое положение сложилось на Сахалине и Камчатке (Серова, 1969; Волошинова и др., 1970). Здесь тоже выделяются обычно лишь тейльзоны; причем смежные зоны обычно не смыкаются. Планктон пока обнаружен только в отдельных частях разреза (на Камчатке — в палеоцен-среднеэоценовой и среднемиоценовой, на Сахалине — в средне-верхне (?) миоценовой). Он еще более беден, чем в Северной Японии, и часто представлен глобигеринами, которые имеют более широкий возрастной диапазон существования по сравнению с формами тропических широт. Наконец, многомощные молассовые и флишоидные толщи геосинклинальных разрезов, содержащие крайне бедные комплексы, включают крупные немые пачки, которые могут быть весьма мощными. Все это, естественно, затрудняет стратиграфическое расчленение дальневосточных толщ.

Однако, несмотря на все трудности, уже сейчас можно говорить о двух положительных моментах. Во-первых, там, где в Японии и других районах по планктонным комплексам представляется возможным привязать толщи к общей шкале, в стратиграфической колонке намечаются определенные реперы. Во-вторых, привязанная к этим же толщам бентосная фауна тоже может выступать в качестве реперной, а заключенные между этими "реперами" другие комплексы бентоса оказываются привязанными к определенным частям разреза (см. рис. 22). В дальнейшем, без сомнения, количество реперов будет расти. Сейчас в палеогене японской шкалы планктонные комплексы позволяют выделять дат, верхний палеоцен, средний эоцен, низы олигоцена. Неоген представлен аквитаном, бурдигалом, "гельветом," тортоном, мессинием и плиоценом (Asano, Takayanagi, 1965; Saito, 1963; Ikebe et al., 1972; Крашенинников, 1973).

К этим комплексам привязаны подразделения японской региональной шкалы, которые выделены по остаткам различных групп фауны и флоры. Палеогеновые стандартные ярусы Японии (Такасима, Окиносима, Фунадзу, Мадзе и Нисисоноги) намечены в разрезах северо-западной части о-ва Кюсю; с ними сопоставлены все остальные локальные шкалы.

Неогеновые стандартные ярусы (Нисиога, Дайсима, Нисикурсава, Оннагава, Фунакава, Китаура, Вакимото и Сибикава) установлены в северо-западной части о-ва Хонсю и с ними тоже скоррелированы шкалы других районов. Для нас особенно важна корреляция с этими стандартами разрезов Северной Японии (прежде всего о-ва Хоккайдо и севера о-ва Хонсю), потому что именно они особенно близки к сахалинским разрезам.

В статье 1971 г. автор попытался суммировать имевшиеся к 1970 г. литературные данные по макро- и микрофауне и с помощью В.А. Крашенинникова наметил привязку японских "ярусов" неогена (через сопоставление зональных комплексов) с общей шкалой кайнозоя, разработанной по планктону (Гладенков, 1971а). Специальное внимание было обращено на то, что объемы и названия ярусов в японской шкале часто не совпадают с объемом и названиями ярусов европейских стандартов ("аквитанский ярус" Асано, Сaito и др., практически включал аквитан и бурдигал стратотипов Европы, их "бурдигал" соответствовал европейскому гельвету, "гельвет" — тортону и т.д.). Из этого анализа вытекало также, что стандартные ярусы Японии, которые через планктонные зоны привязывались к общей шкале, могут быть сопоставлены с ярусами и формациями Северной Японии: верхнего палеогена (Поронай, Мамидзиями), нижнего миоцена (Асахи, Такиное), среднего миоцена (Кавабата, частично Вакканай), верхнего миоцена (Вакканай), плиоцена (Такикава и Сетана). А именно с этими формациями (или их эквивалентами) советские геологи обычно и коррелируют сахалинские и камчатские толщи.

Сопоставление зональных шкал миоценовых отложений Японии и Карибского бассейна

(Крашенинников, 1973)		По Саито, Асано и Такаянаги		Япония	Карибский бассейн		№ зоны (Blow, 1969)	Ярусы Японии	
Возраст	Ярус								
Плиоцен		Плиоцен					20-21	Сибикава	
						<i>Sphaeroidinella dehiscens</i>	19	Вакимато	
Верхний миоцен	Мессиний	Сармат	Sphaeroidinellopsis seminulina		<i>Globorotalia tumida</i> - <i>Sphaeroidinellopsis subdehiscens</i>		18	Китаура	
		Тортон			<i>Globorotalia tumida plesiotumida</i>		17		
Средний миоцен	Тортон		Globorotalia menardii - Globigerina nepenthes		Globorotalia menardii	<i>G. acostaensis</i> - <i>G. merotumida</i>		16	Фунакава
						<i>Globorotalia continua</i>		15	
	Гельвет		Globorotalia mayeri - Globigerina nepenthes		Globorotalia mayeri	<i>G. nepenthes</i> - <i>G. siakansis</i>		14	Оннагава
						<i>Sph. subdehiscens</i> - <i>G. druryi</i>		13	
	Гельвет		Globorotalia bykovae		Globorotalia mayeri	<i>G. fohsi robusta</i>		12	Нисикуро-сава
						<i>G. fohsi lobata</i>		11	
Бурдигал			Globorotalia fohsi fohsi		Globorotalia fohsi	<i>G. fohsi fohsi</i>		10	
						<i>Globorotalia fohsi barisanensis</i>		9	
Нижний миоцен	Бурдигал	Аквитан	Globerinatella insueta G. insueta - Globigerinoides trilobus		Globigerininitella insueta	<i>G. insueta</i> - <i>Globigerinoides bisphaerica</i>		8	Дайдзима
						<i>G. insueta</i> - <i>Globigerinoides trilobus</i>		7	
	Аквитан		Globigerininita unica /a			<i>Globerininita stainforthi</i>		6	Нисиога
						<i>Globerininita dissimilis</i>		5	
						<i>Globerininita kugleri</i>		4	Нисисоноги

Первые же сопоставления дальневосточных толщ с японскими формациями, возраст которых принимается в соответствии с зональной шкалой, показали, что новые датировки этих толщ в значительной мере отличаются от датировок охинской схемы. И это сразу же поставило вопрос о необходимости внесения в нее определенных коррективов.

Чтобы закончить вопрос о планктонных зонах неогена Японии, приведем краткую их характеристику. При этом воспользуемся недавно опубликованными данными В.А. Крашенинникова (1973), который дал анализ японских материалов и предложил свою интерпретацию (табл. 19).

Планктонные фораминиферы в отложениях различных районов Японии изучены достаточно подробно (Asano, 1962; Saito, 1960, 1963; Takayanagi, Saito, 1962; Matoba, 1967; Ikebe, Chiji, 1969; Ikebe e.a., 1972; Asano, Takayanagi, 1965; Asano, Hatai, 1967; Asano e.a., 1969).

Важную роль в разработке зональной шкалы неогена Японии имели исследования на о-ве Хонсю, где изучены разрезы более чем в 20 районах острова (Saito, 1963). В опорном разрезе Какэгава и на п-ове Босо миоцен расчленяется на восемь биостратиграфических зон (снизу вверх): *Globerininita unica*, *Globerininitella insueta*, *Globerotalia fohsi borisanensis*, *Globerotalia fohsi fohsi*, *Globerotalia bykovae*, *Globerotalia mayeri* - *Globerinina nepenthes*, *Globerotalia menardii* - *Globerinina nepenthes*, *Sphaeroidinellopsis seminulina*.

Комплекс планктонных фораминифер зоны *Globigerinita unicava* включает *Globigerinita dissimilis*, *G. unicava*, *Globigerinoides immaturus*, *G. trilobus*, *Globoquadrina praedehiscens*, *Globigerina angustiumbilitata*, *G. falconensis*, *G. praebulloides*, *G. woodi*, *G. venezuelana* и др. Эти отложения со столь богатой ассоциацией фораминифер представляют собой стратиграфический эквивалент аквитанского яруса Средиземноморья.

Зона *Globigerinatella insueta* характеризуется *G. insueta*, *Globoquadrina altispira*, *G. dehiscens*, *G. obesa*, *Globigerinoides trilobus*, *Globorotalia birnagea*, *G. fohsi barisanensis*, *G. mayeri*. В верхней ее части обычны *Globigerinoides bisphaerica*, *Praeorbulina glomerosa*, *P. transitoria*. Это позволяет подразделить зону на две подзоны: нижнюю — *Globigerinatella insueta* — *Globigerinoides trilobus* и верхнюю — *Globigerinatella insueta* — *Globigerinoides bisphaerica*.

Во многих районах о-ва Хонсю с отложениями подзоны *Globigerinatella insueta* — *Globigerinoides bisphaerica* связаны крупные бентосные фораминиферы — *Lepidocyclus nipponica*, *L. makiyamai*, *Miogypsina kotoi*. Для этой подзоны характерны также планктонные *Globorotalia obesa*, *Globigerina angustiumbilitata*, *G. druryi*, *G. falconensis*, *Globoquadrina quadraria*, *Globigerinoides diminutus*, *G. subquadratus*, *Globigerinita neparimaensis*, *Cassigerinella chipolensis* (Asano, 1962). Комплекс фораминифер зоны *Globigerinatella insueta* о-ва Хонсю идентичен микрофауне бурдигальского яруса Средиземноморья.

Зоны *Globorotalia fohsi barisanensis* и *G. fohsi fohsi* имеют близкую микропалеонтологическую характеристику — обильные *Orbulina suturalis* вместе с *Hastigerina siphonifera*, *Globorotalia praemenardii*, *G. mayeri*, *G. scitula praescitula*. Здесь же появляется *Orbulina universa*. Зоны отличаются главным образом по своим зональным формам. В нижней части зоны *Globorotalia fohsi barisanensis* встречаются миогипсины, хотя их стратиграфическое положение не всегда достаточно ясное.

Отложения зоны *Globorotalia bykovaе* отмечены в небольшом числе разрезов на севере о-ва Хонсю. Планктон здесь беден по видовому составу, и встречаются единичные экземпляры — *Globorotalia bykovaе*, *G. mayeri*, *G. scitula*, *Globigerina bulloides*, *G. falconensis*, *Orbulina suturalis*, *Globigerinoides trilobus*, *Globoquadrina altispira*. В самой верхней части зоны найдены *Globorotalia acostaensis*, *G. linguaensis*, *G. menardii*, *Globigerinoides bellii*.

Осадки зон *Globorotalia fohsi barisanensis* и *G. fohsi fohsi*, несомненно, постбурдигальские, но дотортонские (видимо, гельвет). Труднее определить возраст зоны *Globorotalia bykovaе*. Очевидно, она также относится к гельвету, за исключением ее верхней части с *Globorotalia menardii*, *G. lenequaensis*, *G. acostaensis*, которая может иметь тортонский возраст.

Ассоциации фораминифер из зон *Globigerina mayeri* — *Globigerina nepenthes* и *Globorotalia menardii* — *Globigerina nepenthes* очень сходны. Им свойственны *Globorotalia acostaensis*, *G. linguaensis*, *G. menardii*, *G. menardii miocenica*, *G. scitula*, *Globigerina bulloides*, *G. concinna*, *G. decoraperta*, *G. nepenthes*, *Globigerinita glutinata*, *Globigerinoides bollii*, *G. obliquus*, *G. elongatus*. Различие сводится к тому, что *Globorotalia mayeri* не переходит в зону *Globorotalia menardii* — *Globigerina nepenthes*. В обеих зонах встречаются *Orbulina suturalis*. Комплекс этих зон состоит из видов, типичных для тортонского яруса Средиземноморья. Как указывает Саито, в осадках зоны *Globorotalia menardii* — *Globigerina nepenthes* обнаружены *Pulkeniata obliquiloculata* и *Sphaeroidinella dehiscens*, т.е. виды, которые широко развиты в плиоцене, появляются, по некоторым данным, в кровле миоцена.

Заканчивается миоцен о-ва Хонсю зоной *Sphaeroidinellopsis seminulina*. Сюда не переходят *Globorotalis linguaensis*, *Globigerina nepenthes*, а *Sphaeroidinellopsis seminulina* и *Sph. subdehiscens* составляют существенный элемент комплекса. Отложения зоны можно считать верхнемиоценовыми и частично плиоценовыми.

К плиоцену в Японии относится комплекс с *Sphaeroidinella dehiscens*, *Globoro-*

Корреляция зональных шкал неогена,

Северо-запад Тихого океана, по В.А. Крашенинникову				
Возраст		Ярус	Зона	Подзона
Плиоцен		?	?	<i>Globorotalia tosaensis</i>
				<i>Sph. dehiscens</i> – <i>G. altispira</i> – <i>P. obliquiloculata</i>
Мiocен	Верхний	Мессиний	<i>Globorotalia miocenica</i>	<i>G. tumida</i> – <i>Sph. paenedehiscens</i>
				<i>G. piesiotumida</i>
	Средний	Тортон	<i>Globorotalia menardii</i>	<i>G. acostaensis</i> – <i>G. continuousa</i>
				<i>G. mayeri</i>
		?	<i>Globorotalia fohsi</i>	
	Нижний	Бурдигал	<i>Globigerinatella insueta</i>	<i>P. glomerosa</i>
<i>G. bisphaerica</i>				
Аквитан		<i>Globigerinita dissimilis</i>		
	<i>Globorotalia kugleri</i>			
Верхний олигоцен	Хатт (?)	<i>Globigerina ciperocensis</i>		

talia inflata, который стратиграфически выше сменяется четвертичным комплексом с *Globorotalia truncatulinoides*¹.

Перечисленные зоны практически в полном своем наборе обнаруживаются также в донных осадках северо-западной части Тихого океана и, в частности, в непосредственной близости от Японских островов. Корреляция этих зон дана в табл. 20 (Крашенинников, 1971а).

Представляется необходимым сказать несколько слов о микропалеонтологической характеристике формаций Поронай и Мамидзияма Северной Японии, которые подстилают неогеновые толщи. Мы обращаем внимание на эти формации, потому что именно с ними очень четко сопоставляются "нижнемиоценовые" (по охинской шкале) сахалинские и камчатские толщи, но их возраст в литературе интерпретируется далеко не однозначно. Большая часть геологов (в том числе малакологов — Юдзуми, Канно и др.) считают формацию Поронай олигоценовой. Отдельные мик-

¹ В последнее время появились новые работы по микрофауне неогена Японии, с уточнением и детализацией стратиграфических схем. Некоторые из них докладывались на I Международном конгрессе по стратиграфии Тихоокеанского неогена (Ikebe, 1967; Kurihara, 1976; Saito, 1976a; Tsuchi, Ybaraki, 1976; Ujic, 1976).

Средиземноморье, (по В.А. Крашенинникову)	Карибский бассейн, Средиземное море,	Тихий океан	
	Зона	Возраст	Ярус
Плиоцен	N 21 – <i>Globorotalia tosaensis</i>	Плиоцен	Астий Занклий
	N 20 – <i>G. multicamerata</i> – <i>P. obliquiculata</i>		
	N 19 – <i>Sph. dehiscens</i> – <i>G. altispira</i>		
Мессиний	N 18 – <i>G. tumida tumida</i> – <i>Sph. paenedehiscens</i>	Верхний миоцен	Мессиний
	N 17 – <i>G. tumida plesiotumida</i>		Тортон
Тортон	N 16 – <i>G. acostaensis</i> – <i>G. merotumida</i>	Средний миоцен	Лангий
	N 15 – <i>G. continuosa</i>		
? Нижняя часть среднего миоцена	N 14 – <i>G. nepenthes</i> – <i>G. siakensis</i>	Средний миоцен	Лангий
	N 13 – <i>Sph. subdehiscens</i> – <i>Globigerina druryi</i>		
	N 12 – <i>G. fohsi</i>		
	N 11 – <i>G. praefohsi</i>		
Бурдигал	N 10 – <i>G. peripheroacuta</i>	Нижний миоцен	Жирондлий
	N 9 – <i>O. suturalis</i> – <i>G. peripheroronda</i>		
Аквитан	N 8 – <i>G. insueta</i> – <i>G. sicanus</i>	Нижний миоцен	Бурдигал
	N 7 – <i>G. insueta</i> – <i>G. trilobus</i>		Аквитан
	N 6 – <i>G. insueta</i> – <i>G. dissimilis</i>		
отсутствует	N 5 – <i>G. praedeheiscens</i> – <i>G. dehiscens</i>	Олигоцен	Бормидий (хатт)
	N 4 – <i>Globorotalia kugleri</i> – <i>Globigerinoides primordius</i>		
<i>Globigerina ciperoensis</i>	N 3 – <i>Globigerina angulisuturalis</i>	Олигоцен	Бормидий (хатт)

ропалеонтологи (Асано и др.) относят ее к верхнему эоцену (на основе находок *Globigerina linaperta*). Однако другие микропалеонтологи, в частности Утио (Uchio, 1969), ревизовавший поронайскую фауну, считают, что скорее всего ее возраст олигоценовый; определения *G. linaperta* он признает невалидными, возраст основывается на находках *Chiloguembelina*, при этом допускается, что Поронай может соответствовать Рефуджью Калифорнии (верхний эоцен – нижний олигоцен). В формации Поронай о-ва Хоккайдо обнаружен комплекс бентосных фораминифер (*Bathysiphon eocenicus*, *Plectofrondicularia packerdi*, *Pl. gracilis*, *Vulimina eroensis*, *V. scheptilis*, *Cassidulina globosa*, *Glandulina laevigata ovata* и др.), который сопоставляется с комплексами более южных районов, где вмещающие их толщи считаются верхнеэоценовыми. В то же время сходный, хотя и более бедный, комплекс бентосных фораминифер (с *Plectofrondicularia packerdi*) найден в залегающей выше формации Мамидзияма.

В настоящее время остается неясным, насколько точно коррелируются разрезы формаций Поронай и Мамидзияма северных районов (с их типичной микро- и макрофауной) с толщами других районов, считающимися возрастными эквивалентами Поронай и содержащими более богатые планктонные комплексы. В частности, неясно, является ли формация Поронай возрастным аналогом эоценовой

формации Исикари, как настаивают некоторые японские авторы², или она надстраивает Исикари, как это принимается другими геологами. Сейчас олигоценовые комплексы планктонных фораминифер отмечены в Японии в формациях Мадзе и Ниси-соноги (южные районы), где олигоценовые формы (*Globigerina ampliapertura*, *G. akitoensis* = *G. oligocena*) находятся совместно с нижнемиоценовыми видами (*Globigerinita dissimilis*, *G. dehiscens*, *Globoquadrina venezuelana* и др.). Именно с комплексами этих формаций и сравнивалась бентосная фауна Пороной и Мамидзияма (Kanno, Ogawa, 1964; Mizuno, 1964; Minato et al., 1956). Формация Пороной коррелировалась с формациями Асагай (северо-за Хонсю), Нота (п-ов Босо), Ушикабитоге и Нисисоноги (Южная Япония), а формация Мамидзияма — с Шимокине, Утсунай, Итадакизава, Асагай. Нота, Ушикабитоге, Шизуока, Ога, Нисисоноги (Kamada, 1962; Uozumi, 1962; и др.).

Таким образом, в настоящее время можно утверждать лишь одно: возраст формаций Пороной и Мамидзияма не выходит за пределы палеогена (верхнего эоцена—олигоцена). В пользу этого свидетельствуют корреляция названных формаций с палеогеновыми толщами южных районов и налегание на образования этих формаций отложений, охарактеризованных миоценовыми комплексами (фауны Асахи — Нисиога и др.). Что касается более точного определения возрастных датировок этих формаций, то оно сейчас, видимо, не может быть проведено надежно. В связи с этим предложения о сужении возраста названных толщ кажутся преждевременными, тем более, что их принятие может привести к далеко идущим геологическим выводам. Например, если "сузить" возраст Пороной и Мамидзияма до верхнего эоцена, как на этом настаивают некоторые микропалеонтологи, то это фактически будет означать отсутствие олигоценовых толщ в разрезе Северной Японии, ибо вышележащие отложения относятся здесь уже к миоцену (вывод чрезвычайно важный!). Между тем материалы по Камчатке и Сахалину, где имеются идентичные комплексы фауны в непрерывных разрезах, свидетельствует об отсутствии каких-либо существенных перерывов в этом возрастном интервале и, таким образом, не позволяют "выбросить" олигоценовую часть разреза. Возможно, что к олигоцену в Японии относится в основном формация Мамидзияма, которая охарактеризована несколько отличным комплексом моллюсков и более бедной, чем Пороной, ассоциацией фораминифер³.

В последнее время появились новые данные по неогеновым комплексам планктонных фораминифер Калифорнии. В довоенный период Клейнпелль для Калифорнии предложил схему, базировавшуюся на бентосных фораминиферах. В миоцене он выделил пять ярусов: Сосесий, Редизий, Луизий, Моний, Дельмонтий, каждый из которых разделялся на зоны (Kleinpell, 1938). Однако эндемизм бентосных комплексов не позволял сколько-нибудь уверенно сопоставлять эти ярусы с международной шкалой. Только после изучения планктонной микрофауны положение стало меняться (работы Липпса, Бэнди, Ингла и др.). В итоге была создана корреляционная схема зон Калифорнии с зонами Карибского бассейна и Средиземноморья (Lipps, 1967; Крашенинников, 1973), которая приведена в табл. 21.

Эта схема представляется особенно интересной, потому что комплексы моллюсков, с которыми сравнивались камчатские фауны в прежние годы (Криштофович, 1961), были сопоставлены с ярусами Клейнпелля. Таким образом, многие комплексы моллюсков оказываются привязанными к зональной шкале подобно тому, как это сделано в Японии.

² В районе Юфуцу, например, к формации Пороной относятся толщи мощностью около 4000 м; большая часть из них сопоставляется с Исикари.

³ Во время I Международного конгресса по стратиграфии тихоокеанского неогена (1976 г.) в личной беседе японский палеонтолог Удзие сообщил, что из формации Пороной с помощью новых методов выделения микрофауны удалось в последнее время получить остатки микроорганизмов, указывающие, по его мнению, на верхнеэоценовый возраст вмещающих толщ. Удзие высказал предположение, что возраст формации Мамидзияма олигоценовый.

Таблица 21

Сопоставление миоценовых ярусов Калифорнии с зональной шкалой
Карибского бассейна и Международной ярусной шкалой миоцена

Возраст (Крашенинников, 1973)		Ярусы миоцена Калифорнии	Зоны Карибского бассейна	№ зоны (Biow, 1969)	Возраст (Lipps, 1967)	
Миоцен	Мессинский	Дельмонтий	<i>Sphaeroidinellopsis seminulina</i>	17-18	Мессинский	Миоцен
	Торточский	Моний	<i>Globorotalia menardii</i>	15-16	Тортонский	
			<i>Globorotalia mayeri</i>	13-14		
	<i>Globorotalia robusta</i>		12	Гельветский		
	"Гельветский"		Луизиан		<i>Globorotalia lobata</i>		11
		<i>Globorotalia fohsi</i>			10	
		<i>Globorotalia barisanensis</i>	9			
	Бурдигальский	Релизий	<i>Globigerinatella insueta</i>	7-8	Бурдигальский	
			<i>Globigerinita stainforthi</i>	6		
	Аквитанский	Сосесий	<i>Globigerinita dissimilis</i>	5	Аквитанский	
<i>Globorotalia kugleri</i>			4			
Олигоцен	Земорий	<i>Globigerina ciperoensis</i>		Олигоцен		
		<i>Globorotalia opima</i>				

В табл. 22 сделана попытка отобразить изменение возрастных датировок американских и японских формаций (и "ярусов") после получения новых данных по планктону. Для наглядности несовпадения ярусов и их возраста "гельвет" заштрихован. Как видно из таблицы, в стратиграфические схемы Северной Америки и Японии пришлось внести существенные коррективы, коснувшиеся, в частности, ярусов Северной Америки, которые были выделены по моллюскам; см. правую часть табл. 22.

Сейчас имеются сведения о наличии планктонных фораминифер в некоторых неогеновых толщах Аляски (Bandy et al., 1969).

Помимо фораминифер, кайнозойские толщи северной части Тихоокеанской области содержат также остатки других планктонных организмов. К ним относятся радиолярии, диатомовые водоросли и кокколитофориды. Однако степень их изученности пока невысока. Кокколиты в северо-западной части Тихоокеанской области почти не изучались (Nishida, 1976); к сожалению, карбонатные фации, благоприятные для их захоронения, встречаются в пределах Сахалина и Камчатки очень редко. Радиолярии тоже изучались в незначительном объеме. В ряде свит Корякского нагорья (Олюторский прогиб) описаны комплексы палеогена.

В Японии сделаны попытки выделить по радиоляриям зоны (Nakaseka et al., 1965; Sakai, 1976), в частности, в неогене их намечается четыре. Сейчас трудно говорить о правомочности их выделения, ибо точные возрастные границы зональных комплексов еще не определены, однако некоторые из них уже намечены в разрезах Камчатки и Сахалина (Kozlova, Runeva, 1976).

Большие успехи достигнуты в изучении древних диатомовых водорослей. В пределах рассматриваемой области третичные диатомиты развиты достаточно широко (Приморье, Сахалин, Камчатка, Япония). Изученный материал показал, что выявляемая последовательность комплексов диатомей является отражением этапности в их развитии. В настоящее время на Дальнем Востоке выделено несколько стратиграфических комплексов, аналоги которых найдены в Новой Зеландии, Калифорнии и Японии (Шешукова-Порецкая, 1967; Жузе, 1962, 1974; Диатомовые . . . , 1974; Kanaya, 1959; Hanna, 1970; Burckle, 1972, 1976; Schrader,

Северная Япония				Международная					
Ярусы (по макрофауне) и их возраст (Такаі е.а., 1963)		Возраст (по фораминиферам) (Saito, 1963; Asano, Takayagi, 1965)	Ярусы	№ Зоны (Blow, 1969)	(Крашенинников)				
			—	23	Голоцен				
				22	Плейстоцен				
Плиоцен	Сетана	Плиоцен	Сибикава	21	Верхняя часть				
	Такикава		Вахимото	19	Нижняя часть				
Миоцен	Верхний	Вакканай	Сармат	18	Верхний (Мессиний)				
			Тортон	17					
		Средний	Кавабата	Гельвет	Фунакава	16	Тортон	Средний	
					15				
				Бурдигал	Оннагава	14			"Гельвет"
					13				
	12								
	11								
	Нижний	Асахи	Аквитан	Нисикурогава	10	Бурдигал	Нижний		
				9					
	Олигоцен	?	Олигоцен?	Нисиога	8	Аквитан	Нижний		
		Мамидзияма		Дайдзима	7				
	Поронай	Верхний эоцен	Нисионоги	6					
			Мадзе	5					
			Фунаудзу	4					
				3					
						Верхний эоцен-олигоцен			

1973; Koizumi, 1975a, b). Недавно анализ ряда камчатских и сахалинских разрезов привел к выявлению четырех четких комплексов диатомовой флоры (определения Н.Г. Музылева, Л.М. Долматовой): в среднемиоценовых-плиоценовых толщах п-ова Шмидта Сахалина (I и II комплексы венгерийской и маямрафской свит), о-ва Карагинского Камчатки (I—IV комплексы свит мыса Плоского, юнкюньваямской, лимимтэваямской и усть-лимимтэваямской) Западной Камчатки (II—III комплексы какертской и этолонской свит) (табл. 23).

Комплекс I (средний миоцен) характеризуется *Denticula lauta*, *Actinocyclus ingens*, *Stephanoruxis schenckii*, *Pterotheca kittoniana*, *Dicladia capteclus*, *Thalassiosira manifesta* и др. Комплекс II (верхи среднего—низы верхнего миоцена) отличается появлением новых форм: *Thalassiosira nativa*, *Th. nudulus*, *Th. antiqua*,

шкала		Северная Америка (Калифорния)										
1972)	№ Зоны (Blow, 1969)	Ярусы (по фораминиферам) и их возраст (Kleinpell, 1938)	Возраст (Lipps, 1967)	Ярусы (по макрофауне) и их возраст (Weaver et al., 1944)								
	23											
	22				Сан-Хоакин							
Верхняя часть	21	Вентурий	Плиоцен		Астий							
				Этчегонн								
Нижняя часть	20			Хакалитос	Плезанс							
	19		Понт		Понт							
Верхний (Мессиний)	18	Дельмонтий	Сармат	Мессиний	Нероли	Сармат						
	17				Цьербо							
Средний	Тортон	Моний	Тортон	Тортон	Брионс	Тортон						
							"Гельвет"	Гельвет	Гельвет			
										Луизий	Гельвет	Гельвет
	Аквитан	Аквитан	Аквитан	Бурдигал								
							Сосесий	Аквитан	Оли оцен	Вакерос		
	Земорий	Рюпель	Оли оцен	Блеклей								
							Рефуджий			Линкольн	Рюпель	

Actinocyclus ochotensis, *Actinocyclus oculatus*, *Cosmidiscus insignis*. В комплексе III (верхний миоцен) появляются новые виды: *Bacterosira fragilis*, *Thalassiosira gravida* f. fossils, *Th. nordenskioldii*. Массовое развитие получает *Th. zabelinae*. Наконец, комплекс IV (плиоцен) характеризуется появлением и широким развитием *Melosira albicans*. Чрезвычайно важно, что подобные комплексы установлены и в опорных неогеновых разрезах Японии, и в донных осадках Тихого океана (Koizumi, 1968, 1973 a, b). Комплекс I соответствует комплексу формации Оннагава (средний миоцен), комплекс II — верхней части Оннагава — Фунакава (средний-верхний миоцен), комплекс III — формации Китаура (верхний миоцен — плиоцен, комплекс IV — Вакимото (плиоцен). Использование материалов по диатомовым значительно уточняет стратиграфическое положение и возраст кам-

Этапы развития морской диатомовой флоры

Возраст	Этап развития диатомовой флоры	Япония		Северный Сахалин		Кроноцкий район (Шешукова-Порецкая, 1967)
		о-в Хонсю, полуостров Ога (Koizumi, 1968)		Полуостров Шмидта (Шешукова-Порецкая, 1967; Гладенков, Музылев, 1972)		
		Комплекс	Формация	Комплекс	Свита		Серия
Плиоцен	?					
	IV					
Верхний миоцен	III	III	? Китаура	III?.....	
	II	II	.....?..... Фунакава	I-II	Маямрафская	? Тошевская
Средний миоцен	I	I	..... Оннагава	Нижний мачигарского разреза	.....?..... Венгерийская	?

Примечание. Двойной линией показаны границы между этапами; точками — границы между

чатских и сахалинских толщ, позволяя проверять корреляционные построения, полученные по другим группам (Гладенков, Музылев, 1972; Долматова, 1974).

Интересные данные по диатомовым получены также для обоснования плиоцен-плейстоценовой границы (Жузе, 1969). Однако многие выводы, касающиеся широких корреляций по данной группе, и сейчас нуждаются в существенных коррективах. Это связано с пестротой различных экологических комплексов и с их еще пока не до конца изученной стратиграфической позицией в древних толщах.

Для увязки стратиграфических шкал разных районов мира большое значение имеет изучение остатков древних млекопитающих. Первые попытки скоррелировать американские третичные разрезы с европейскими были сделаны именно на материалах по этой группе (Osborn, 1910). Несмотря на схематичность, созданная стратиграфическая шкала имела большое значение, ибо служила своеобразным каркасом для выработки более поздних схем, основанных на изучении других групп организмов. Не случайно поэтому при изучении морских толщ широко использовались их корреляции с континентальными толщами, хотя, как отмечал А.А. Борисяк (Борисяк, Беляева, 1948), американские континентальные свиты мало соприкасались с морскими и из-за этого их стратиграфия строилась в большой мере самостоятельно.

В последние годы изучение млекопитающих Тихоокеанской области позволило в ряде случаев сделать корреляционные построения более точными. В Северной Америке и Японии сделаны попытки наметить стратиграфическую смену комплексов и провести их сопоставление на большой площади (Reinhart, 1959). В частности, интересно, что остатки десмостирид, которые обнаружены в кулувенской, какертской и элонской свитах Западной Камчатки (материалы И.В. Плешакова, В.Н. Синельниковой и других), сергунайской — рыхлой свите Сахалина (находки И.П. Хоменко) позволяют датировать эти толщи миоценом, ибо в США

Восточная Камчатка				Остров Прибылова	Западная Камчатка
Полуостров Камчатского мыса		Карагинский остров (Гладенков, Музылев, 1972)		о-в Св. Павла (Нанпа, 1970)	Тигильский район (Пушкарь и др., 1976)
(Шешукова-Порецкая, 1967)	(Долматова, 1974)				
Отложения	Свита	Комплекс	Свита	Отложения	Свита
Синие глины, песчано-гравелистые, песчано-глинистые ?	Лахтакская-ольховская	IV	Усть-лимимтз-ваямская	??.....
			Лимимтз-ваямская		Энемтенская
	Высокогорская	III	?		.....
	?	II	Юнюнваямская		Эрмановская
		I	.....	?	Этолонская-какертская
			м. Плюского		

стратиграфическими подразделениями.

(Калифорнии и Орегоне) десмостилиды были найдены в формациях (Монтерей, Темблор, Брионес и Астория), которые сопоставлены со средним и самой нижней частью верхнего миоцена (Дуброво, Синельникова, 1971). Материалы по Японии, где *Desmostylidae* обнаружены в толщах Кавабата о-ва Хоккайдо и в других отложениях, показывают, что встречены эти остатки лишь ниже возрастной границы в 10 млн. лет, практически, в среднем миоцене (Yabe, 1959; Uozumi e.a., 1966; Ikebe e.a., 1972).

Интересные данные по корреляции миоцен-плиоценовых американских и европейских толщ приводились недавно Репеннингом (Reppening, 1967). Комплексы млекопитающих позволяют намечать верхнюю границу плиоцена в Тихоокеанской области по смене плиоценовой, может быть, частично, нижнеплейстоценовой фауны Бланко (трехпалые лошади, мастодонты, ринхотерии и др.) на нижнечетвертичные ирвингтонские комплексы с кабаллоидными лошадьми, слонами подсемейства *Elephantinae* — в Северной Америке; по смене комплексов со *Stegodon elephantoides*, *St. auronae*, *Elephas proximus* на сообщества со *St. orientalis*, *El. trogontherii*, *El. naumanni*, *Cervus cazusensis* и т.д. — в Японии (Takai e.a., 1963; Шер, 1971; Itihara e.a., 1973).

В некоторых случаях для широких корреляций удается использовать спорово-пыльцевые спектры. Так, изменение "флоры *Metasequoia*" (группа Осака) используется для установления плиоцен-четвертичной границы в Японии; здесь отмечается смена теплолюбивых комплексов с *Taxodium*, *Juglans* и другими холоднолюбивыми комплексами, что отвечает, по мнению японских авторов, смене плиоценовых и плейстоценовых сообществ Европы (Itihara e.a., 1973). Подобное изменение древних флор установлено в вулканогенно-осадочной толще Северной Камчатки (Боярская, Малаева, 1967). Однако палинология пока что не дает однозначных результатов для более древних третичных толщ (Скиба, 1975).

Более надежные данные получаются при изучении листовых флор, которые в Японии, Северной Америке, Камчатке и Сахалине уже сейчас позволяют вы-

делять ряд опорных горизонтов, достаточно широко использующихся в практике (Ахметьев, 1974; Wolf, Hopkins, 1967; Tokai et al., 1963; Челебаева, 1971).

Во многих случаях существенные коррективы в интерпретацию стратиграфических данных вносят физические методы. К сожалению, в Советском Союзе определения абсолютного возраста пород проведены пока в незначительном масштабе и главным образом — для интрузивных пород. Тем не менее, анализ взаимоотношения осадочных толщ с этими интрузиями позволяет судить и о возрасте первых. В Корякском нагорье, например, недавно проведено определение абсолютного возраста ряда субвулканических тел (более 30 анализов), прорывающих осадочные толщи, которые ранее относились то к миоцену, то к палеогену (Афанасьева и др., 1974). Здесь, в Пенжинском прогибе, были выделены четыре толщи: две нижние — осадочные и две верхние — вулканогенные. Нижняя осадочная толща охарактеризована *Ostrea esutoruensis*, *Mya ex gr. growingki*, *Mytilus ex gr. yokoyamai*, *Cyrena ex gr. promineta* и др. Верхняя осадочная — *Thyasira snatolensis*, *Th. ex gr. dvalii*, *Crassatelloides aff. inconspicuis*, *Glycymeris ex gr. cisshuenensis*, *Cardita ksenophonti*, *Brachidontes cf. kovatschensis*, *Yoldia ex gr. olympiana*, *Y. aff. takaradaiensis*, *Turritella snatolensis* и др.⁴ Эти комплексы позволяют сопоставлять нижнюю осадочную толщу с напанским, а верхнюю — со снатольским и увучинским горизонтами Западной Камчатки (эоцен — нижний олигоцен Охинской схемы). Поскольку верхняя осадочная толща содержит комплекс фораминифер с характерными *Globigerapsis index*, *Haplophragmoides obliquicameratus*, *Planulina haydoni*, *Epistominella oveyi* и другими, то, по мнению М.Я. Серовой, этот комплекс в целом сопоставляется с фаунами эоцена европейских и калифорнийских разрезов (в частности, с наризийским и рефуджийским ярусами). Радиологические датировки базальтоидов — возрастных аналогов нижней толщи — дали значения 72,5 — 50 млн. лет, что может свидетельствовать о наличии среди проанализированных образцов не только палеогеновых, но и верхнемеловых пород. Возраст второй осадочной толщи порядка 45 млн. лет, а вышележащих вулканических толщ — от 47 до 40 млн. лет. Возраст прорывающих эти толщи даек 38 — 41 млн. лет. Приведенные данные наглядно показывают, что осадочные и вулканогенные образования Пенжинского прогиба, часть из которых относилась прежде к миоцену, были сформированы главным образом в палеогене (заметим, что, согласно приведенным определениям, возраст нижнепалеогеновых свит Камчатки охинской схемы несколько завышен).

Сейчас появились новые данные по калий-аргоновым радиологическим датировкам вулканитов верхней части юньюнъяемской свиты о-ва Карагинского (около 10 млн. лет) и крерукской толщи базальтов Камчатки (от 3,5 до 4,2 млн. лет) и т.д. Материалы представляют большой интерес, потому что в одних случаях к датированным пачкам приурочена фауна (на о-ве Карагинском), в других — эти пачки имеют палеомагнитную характеристику.

Важные результаты получены сейчас по абсолютным датировкам неогена Японии, где опробованы породы практически всех горизонтов неогена (Ikebe, 1973). Образцы, для которых определялся абсолютный возраст, привязаны к зонам планктонных фораминифер и радиолярий, горизонтам с определенными комплексами бентосных моллюсков и фораминифер, к слоям с остатками млекопитающих. Сравнение возрастных датировок японских толщ с имеющимися данными по Европе показывает их большое сходство и подтверждает правомочность намеченных сопоставлений по фауне. В литературе сейчас приводятся сведения и о возрастных датировках североамериканских толщ (Everden et al., 1964; J. Everden, Everden R., 1970; Turner, 1970; Bandy, Ingle, 1970).

Определенные перспективы намечаются в стратиграфии кайнозоя в связи с палеомагнитными исследованиями. К настоящему времени уже сделаны первые попытки увязать палеомагнитные разрезы Дальнего Востока с мировой шкалой. В

⁴ Определения автора.

частности, на Камчатке во многих разрезах вулканогенных толщ Срединного и Восточного хребтов, а также в ее северной части удалось отбить верхнюю границу последней зоны обратной полярности и наметить границы "эпизода Харамильо" (Шанцер и др., 1969; Певзнер, 1972). Несколько палеомагнитных зон намечены в вулканогенных породах апукской серии Корякского нагорья (Андреев, Генин, 1969).

Крерукские толщи сопоставлены по палеомагнитным данным с зонами стандартной палеомагнитной шкалы (Сох, 1969). Материалы, сочетающие радиологические и палеомагнитные данные, известны по американским и японским разрезам (Dalrymple, 1972; Kimura, 1974). К сожалению, изученные толщи обычно палеонтологически не охарактеризованы. Можно лишь утверждать, что намеченные границы верхних "эпизодов" находятся в пачках, залегающих выше эрмановской и энемтенской свит (что, кстати, свидетельствует против отнесения энемтенской свиты к четвертичным или верхнеплиоценовым образованиям, как это ранее принималось).

В последние годы палеомагнитные исследования охватили и осадочные породы. В частности, имеются данные по намагниченности отдельных горизонтов кавранской серии Западной Камчатки, верхнего кайнозоя Восточной и Центральной Камчатки (материалы М.А. Певзнера (1972); Ф.С. Файнберга, Р.И. Ремизовского (Шило, Файнберг и др., 1974), а также кайнозоя Северной Америки. Эти исследования начали проводить сравнительно недавно, но уже сейчас они помогают более объективной интерпретации стратиграфических материалов. Надежность палеомагнитных результатов значительно падает при "спуске" в нижние части кайнозойской колонки и при работе в толщах, которым свойственны перерывы и размывы, наличие грубообломочных или рыхлых пород.

Однако не будет преувеличением сказать, что, несмотря на использование многих (в том числе новых) групп и новых методов, при провинциальных корреляциях и разработке детальных местных шкал решающее значение, как и прежде, принадлежит ископаемым моллюскам.

Как известно, остатки древних моллюсков, наиболее часто встречающиеся и хорошо сохраняющиеся в ископаемом состоянии, использовались в стратиграфических целях давно. Но в последнее время их анализ проводится с позиций выявления этапности в развитии моллюсков, которая прежде всего и обуславливает смену комплексов в разрезах.

Например, изучение одного из наиболее распространенных в Северо-Тихоокеанской области рода *Yoldia*, проведенное автором в 15 неогеновых разрезах Камчатки (Точилинский разрез, Карагинский остров, Валагинский хребет, Южно-Быстринский хребет, полуостров Озерной, бассейн р. Еловки и др.), Сахалина (полуостров Шмидта) и Корякского нагорья (Ильпинский полуостров, Хатырский район), выявило следующее (рис. 19, вкл. — 21; табл. 24).

Во всех разрезах происходит вполне определенная смена йолдиевых комплексов, которая как бы "не зависит" от изменения фациального состава вмещающих толщ, свойственных каждому отдельному разрезу (в частности, глинистые толщи, к которым часто приурочены остатки йолдий, могут занимать разное положение в одном и том же горизонте различных районов). Смена отражается в изменении систематического состава числа видов (общего числа видов и числа впервые появившихся форм) в разных частях разрезов (см. рис. 23). Сходство в сменяемости комплексов в древних толщах не только Камчатки и Сахалина (Гладенков, 1970б, 1971б, 1972б, 1973а; Жидкова и др., 1974), но также Японии и Америки (Weaver *et al.*, 1944; Oyama *et al.*, 1960; Uozumi, 1957) позволяет предполагать, что эта смена обусловлена особенностями развития данной группы в неогеновых бассейнах северной части Тихого океана. Выявление такого рода смены неогеновых комплексов и является основой расчленения древних толщ на горизонты (табл. 25).

Наиболее четко в верхнепалеоген-неоген-нижнечетвертичных отложениях выделяются девять стратиграфически сменяющихся комплексов йолдий. Комплекс верхнего палеогена (формации Поронай и Мамидзияма Японии, мацигарский (с

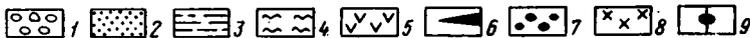
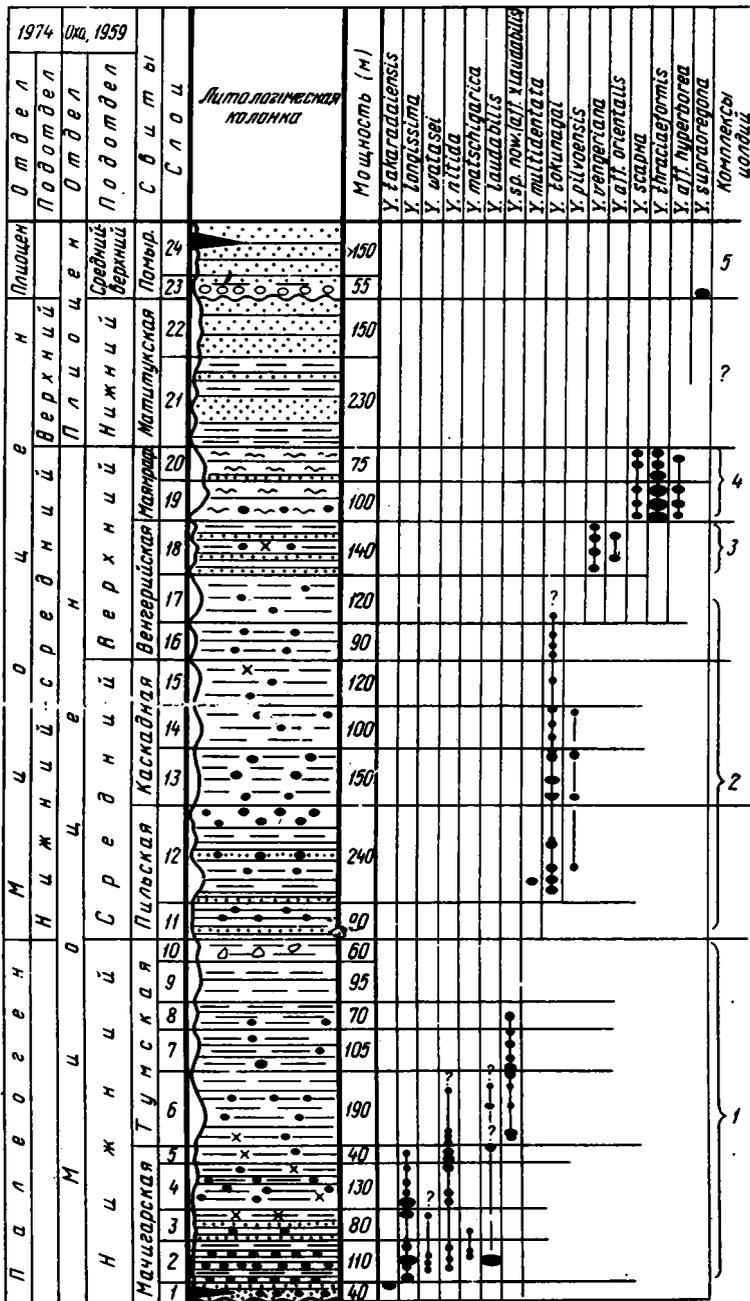


Рис. 21. Стратиграфическое распространение йолдй в палеоген - неогеновых толщах п-ова Шмидта о. Сахалина

В комплексе 3, приуроченном к какертской свите и части этолонской свиты Западной Камчатки, части свиты м. Плоского, юньювьямской свиты Восточной Камчатки, окобыкайской, маямрафской свитам и их аналогам Сахалина, части формации Вакканай Японии, отмечаются *Y. epilongissima*, *Y. karaginskiensis*, *Y. thraciiformis*, *Y. scapha*, *Y. sagittaria*, *Y. aff. gratinosa*, а также первые *Y. kuluntunensis*.

В комплексе 4, типичным для этолонской свиты Западной Камчатки, помимо видов, встречающихся в ниже- и вышележащих комплексах (*Y. kuluntunensis*, *Y. tharasciaeformis*, *Yoldia ex gr. hyperborea*), характерной является *Y. chejsliensis*.

Комплекс 5, кроме *Y. kuluntunensis* (в низах горизонта), *Y. ex gr. hyperborea* и др., характеризуется *Y. ermanensis* (эрмановская свита Западной Камчатки).

Своеобразие комплекса 6, тяготеющего к энемтенской свите Западной Камчатки, лимимтэвьямской свите Восточной Камчатки, помырской свите и третьему горизонту маруямской свиты Сахалина, формации Такикава Японии, заключается в наличии таких видов, как *Y. enemtensis*, *Y. supraoregona*, *Y. ochotensis*, *Y. aff. hyperborea*, *Yoldia macroschema* и появлении *Yoldia notabilis* и *Yoldia johanni*.

Последний неогеновый комплекс 7 — берингийский горизонт Аляски, ольховская свита Восточной Камчатки, Сетана Японии — характеризуется *Y. notabilis*, *Y. johanni*, *Y. olchovica*, *Y. episcapha*, *Y. aff. hyperborea*.

Стратиграфически выше располагается комплекс 8 плейстоцена с типичными *Portlandia arctica*, *P. lischkei*, *Y. amygdalea*, *Y. exavata*, *Y. scissurata*. Неогеновые комплексы выдерживаются на достаточно обширной площади, что является следствием широкого в прошлом расселения палеотаксондонных моллюсков, которые обитали обычно на нижней сублиторали — батииали и имели, судя по современным донным сообществам, сравнительно большие ареалы. Конечно, в некоторых районах к "фоновым" для тех или иных комплексов видам прибавляются отдельные формы более ограниченного распространения или, наоборот, комплексы делаются несколько беднее (здесь могут сказываться и климатическая зональность, и особенности фациальной обстановки в прошлом, и специфика отдельных палеобиоценозов). Но в принципе эти комплексы коррелируются повсеместно достаточно уверенно, и, как правило, корреляции подтверждаются и проверяются другой фауной или другими геологическими данными (рис. 22, вкл.).

На примере рода *Yoldia* наглядно видно, что стратиграфический анализ даже одной группы поднимает много важных палеонтологических вопросов. Так, для выявления йолдиевых комплексов необходимо было по-новому подойти к систематике этой группы (Гладенков, 1972б). Рассмотрение йолдий в стратиграфической последовательности позволило выявить параллельные ряды в развитии отдельных родов. В.О. Савицкий (1969) показал, что подобные ряды свойственны вообще *Nuculanidae*.

Анализ древних комплексов северной части Тихого океана позволил показать одну из интересных особенностей развития рода *Yoldia* — его этапно-фазовый характер (Гладенков, 1970а). Первые йолдии появились в позднем мелу (этап появления), и в течение палеоцена — эоцена и, видимо, частично олигоцена (этап становления) этот род не пользовался широким распространением (рис. 23). С олигоцена и до раннего миоцена число видов повсеместно резко возрастает (этап расцвета). Затем наступает этап угасания (средний миоцен — плиоцен), когда число видов постепенно снижается до 10—15. Не исключено, что с четвертичным временем связана новая вспышка их видообразования (более 25 видов). Приблизительная оценка продолжительности этих этапов показывает, что этап становления был самым длительным (до 30 млн. лет). Этап расцвета был значительно короче (около 15—20 млн. лет), причем фаза расцвета составляла, видимо, около его трети. Этап угасания был еще короче (порядка 10—12 млн. лет). Хотя приведенные значения достаточно условны, но их порядок в какой-то мере отражает истинное соотношение этапов и свидетельствует о некотором увеличении темпа развития йолдий во времени.

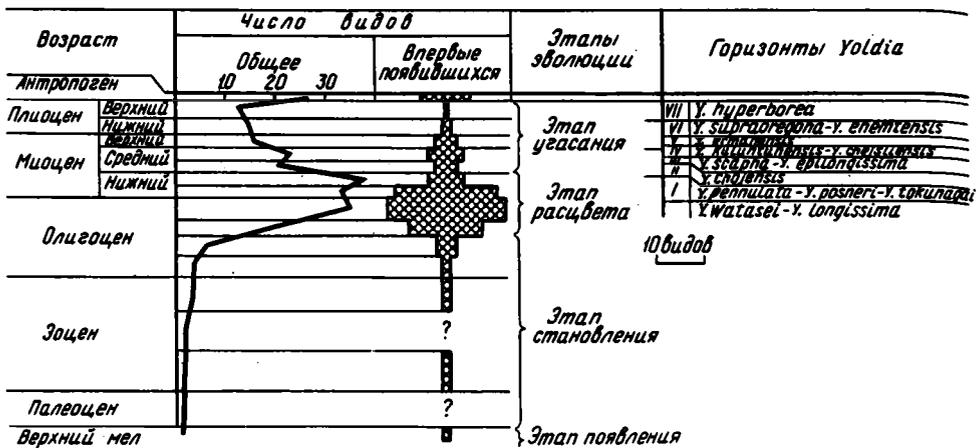


Рис. 23. Изменение числа видов в процессе эволюции Yoldia в палеоген-неогене Северо-Тихоокеанской области и неогеновые горизонты по Yoldia

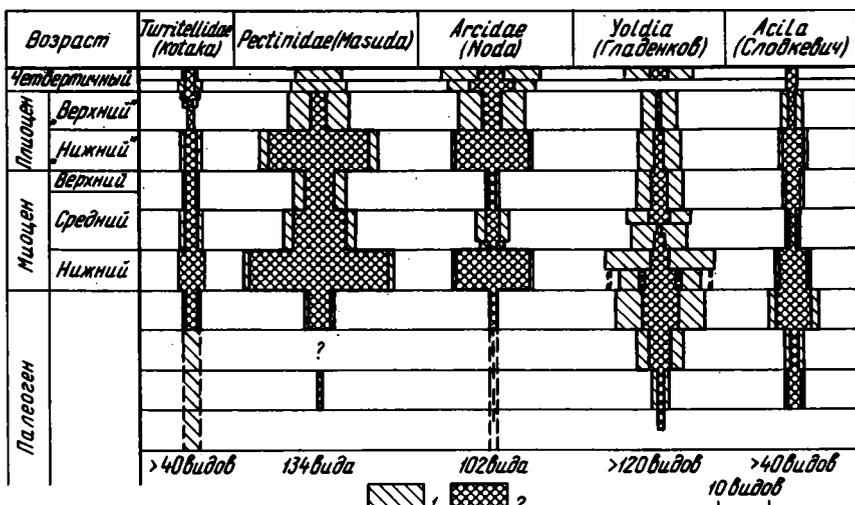


Рис. 24. Изменение числа видов различных родов моллюсков в позднем кайнозое
1 — общее число видов; 2 — число впервые появившихся видов

Изученные материалы указывают также на пульсационный характер развития отдельных подродов, эволюция каждого из которых проходит в несколько этапов, фаз и стадий, соответствующих по времени частям эоцена, олигоцена, миоцена и плиоцена. Интересно при этом, что этапы и фазы развития разных подродов не всегда совпадали (Гладенков, 1970а).

Анализ изменения морфологии раковин Yoldia за время существования последних в палеогене и неогене позволяет судить о направленности этих изменений (об увеличении размера раковины и изменении ее формы, развитии форм со скульптурированной раковиной, изменении зубного аппарата).

В последнее время в литературе появились материалы по развитию в кайнозойское время и других родов моллюсков — пектинид (Masuda, 1962, 1976; MacNeil, 1967), арцид (Noda, 1966), миид (MacNeil 1965), туррителлид (Merriam, 1941; Kotaka, 1959, 1976). Первое сравнение выделенных по ним "зон" с йолдиевыми горизонтами показывает их определенное соответствие. Чрезвычайно важно, что комплексы туррителлид, арцид, пектинид и частично йолдий в Японии анализировались из одних и тех же горизонтов (рис. 24). Это позволяет сравнивать "зоны", выделен-

"Зоны" (горизонты) и комплексы моллюсков неогена Японии

Возраст	Turritellidae (Kotaka, 1959)	Pectinidae (Masuda, 1962)	Arcidae (Noda, 1966)		Yoldia (Oyama e.a., 1960; Uozumi, 1957)	Комплексы Yoldia севера Тихоокеанской области, по автору		
Антропоген	—	—	A. suborenata — A. granosa bisenensis		—	—		
Плиоцен	"Верхний"	T. andenensis T. otukai	P. naganumanus	A. amicula rotunda — A. akitaensis		Y. johanii	Y. hyperborea	
		T.s. etigoensis						
		T. s.						
Мiocен	"Нижний"	T. saishuensis	Amus. praesignis (Fort. takahashii), Pat. tokunagai	A. suzuki — A. castellata	A. tatunocutiensis — A. amicula elongata	Y. macroschema	Y. enemtensis Y. supraoregona	
			T. s. motidukii	Pat. yamasakii (Amus. iitomensis), Pat. yessonensis nakatobetsuensis	A. hokkaidoensis — A. amicula amicula		Y. sagittaria, P. kakimii	Y. ermanensis Y. kuhntunensis Y. cheisiensis
			T. tanaquraensis	Myagipes. matsumoriensis (Pat. kimurai)	A. tsudai — A. tazawaensis A. hataii — A. ninohensis		Y. notabilis	Y. scapha — Y. epilongissima Y. chojensis
Олигоцен	"Нижний"	T. s. — hataii	Nanaoch. notoensis	A. kakehataensis — A. makiyamai		Y. watasei	Y. tokunagai Y. uranoi Y. biremis	Y. pennulata Y. tokunagai
							Y. sobrina	Y. watasei — Y. longissima
Эоцен	—	—	—	—	—	P. owata	Y. olympiana	
						Y. watasei ogasawarai	—	

ные по упомянутым группам, и оценить особенности эволюции каждой из них. Как видно на рисунке, количество видов туррителлид, арцид и пектинид резко возрастает в нижнем миоцене и нижнем плиоцене японской шкалы. К этим же стратиграфическим уровням приурочено появление многих родов и подродов. В развитии указанных групп моллюсков видна определенная синхронность (табл. 26).

Несколько по-иному выглядит эволюция йолдий и ацил, вспышка видообразования которых намечается в олигоцене, т.е. несколько раньше, чем арцид и пектинид; нижнеплиоценовая же граница отбивается по таксодонтным нерезко⁵.

Конечно, в том случае, когда отмечается явная и определенная синхронность в развитии родов, она воспринимается с естественным удовлетворением (на графиках она выглядит эффектнее). Однако несовпадение в этапности развития отдельных родов, если оно выявлено достаточно объективно, играет в биостратиграфических построениях такую же важную роль, как и "синхронность" в эволюции. Здесь важно иметь четкое представление о том, какие группы развиваются асинхронно, как именно проявляется асинхронность, насколько стратиграфические границы, про-

⁵ Следует отметить, что в ряде случаев может иметь место кажущееся несовпадение этапности в эволюции отдельных родов, обусловленное, например, преимущественным развитием в отдельные отрезки геологического времени в данном регионе каких-либо определенных фаций, заключающих соответствующие им фаунистические комплексы.

водимые по разным группам, будут обоснованы (ведь одна и та же граница может быть проведена по всплшке видообразования одного рода и небольшой смене комплексов — другого, и ничего в этом странного нет). Другими словами, для стратиграфов более важным является выявление определенных черт этапности эволюции тех или иных групп, нежели установление "обязательной" однотипности в характере их развития.

МОРСКОЙ ВЕРХНИЙ КАЙНОЗОЙ КАМЧАТКИ

Стратиграфические данные последних лет резко изменили представления о корреляции и возрасте третичных свит Камчатки и Сахалина. В ряде случаев новые материалы пришли в противоречие с охинской схемой, в связи с чем сейчас в литературе появилось много публикаций, в которых ревизуются отдельные части и датировки этой схемы. Автор начал обсуждать эту проблему в 1971 г., когда попытался показать некоторые несоответствия в корреляции камчатских горизонтов с сахалинскими, японскими и американскими толщами и предложил для обсуждения вариант стратиграфической схемы горизонтов и толщ, составленной с учетом данных не только по малакофауне, но и по планктонным комплексам (Гладенков, 1971а). Почти одновременно в печати появились статьи по этой же проблеме и других авторов, причем симптоматично, что среди них были биостратиграфы, изучавшие различные группы органических остатков — малакологи (В.Н. Синельникова, В.О. Савицкий), микропалеонтологи (М.Я. Серова) и флористы (А.И. Челебаева). Интересные материалы были получены, в частности, В.Н. Синельниковой по верхнеогеновым горизонтам Камчатки; ей удалось показать неправомотность ставших традиционными корреляций этолонской свиты со "средним плиоценом" Америки и Японии и необходимость отнесения к нижней части плиоцена "постплиоценовой" энемтенской свиты, что сразу же поставило вопрос о пересмотре возраста и других свит.

Анализ появившихся в последнее время печатных работ, посвященных как описанию разрезов Сахалина и Камчатки, так и разбору комплексов отдельных районов, позволяет выявить несколько основных тенденций, проявившихся при ревизии охинской схемы. Прежде всего — это "понижение возраста" многих дальневосточных свит, изменение в корреляциях ряда камчатских, сахалинских и японских толщ, "укрупнение" некоторых горизонтов и пересмотр положения границ отдельных горизонтов и свит (в частности, выявление случаев несовпадения хроно- и литостратиграфических границ).

Вот почему, учитывая все эти данные, на состоявшемся в июне 1974 г. в Петропавловске-Камчатском Межведомственном стратиграфическом совещании по пересмотру стратиграфических схем Дальнего Востока были внесены серьезные коррективы в корреляционные схемы и возрастные датировки третичных толщ. Существенные изменения коснулись, в частности, положения нижней и верхней границ миоцена и плиоцена.

Наличие многочисленных работ, в которых подробно освещаются вопросы региональной стратиграфии (Криштофович, 1969; Синельникова, Друщиц, 1971; Жидкова и др., 1974; Гладенков, 1972б; Синельникова и др., 1975; Челебаева и др., 1974; и др.), избавляет нас от повторения описания разрезов и разбора деталей местной геологии и позволяют сразу начать анализ новых биостратиграфических данных и упомянутых выше тенденций на примере опорных разрезов Камчатки. К таким относятся разрезы Тигильского (Точилинского) района, Ильпинского полуострова, о-ва Карагинского, Усть-Камчатского и Кроноцкого районов, где автору приходилось работать и в той или иной мере анализировать фауну. Для сравнения используются материалы по опорным разрезам Сахалина (прежде всего п-ва Шмидта), а также Японии и Северной Америки.

В Тигильском (Точилинском) разрезе к неогену, согласно охинской схеме 1959 г., отнесены следующие подразделения⁶ (рис. 25, табл. 27).

⁶ Этот разрез северного крыла Точилинской антиклинали описывался в литературе неоднократно, в том числе и автором (1970б), поэтому он здесь приводится в сокращенном виде.

Воямпольская серия

Нижний миоцен

Мощность, м

- | | |
|--|-----|
| 1. Аманинская свита (слои 1–3 – алевролиты темно-серые, с мелкими карбонатными конкрециями и геннойшами (зона <i>Yoldia deformis</i> , <i>Lingula hians</i>) ⁷ | 200 |
| 2. Нижняя часть гакхинской свиты (слои 4–5) – алевролиты светло-серые, слоистые, с горизонтами конкреций (зона <i>Solariella ochotensis</i>) | 160 |
| 3. Средняя часть гакхинской свиты (слои 6–7) – алевролиты, с более ясной слоистостью, с конкрециями (зона <i>Turritella gackhensis</i> , <i>Cardita striata</i>) | 350 |

Средний миоцен

- | | |
|--|-----|
| 4. Верхняя часть гакхинской свиты (слои 8–9) – алевролиты светло-серые, твердые, туфогенные, с прослоями туфов (зона <i>Cardium puchlense</i>) | 240 |
| 5. Утхолокская свита (слои 10–11) – алевролиты серые, с многочисленными мелкими конкрециями и геннойшами, с прослоями песчаников и туфов (зона <i>Voldia rosneri</i> и <i>Nuculana miocenica</i>) | 220 |
| 6. Вивентекская свита (слои 12–14) – алевролиты серые и кремновые, твердые, туфогенные, с геннойшами (зона <i>Delectopecten pedroanus</i>) | 250 |

Верхний миоцен

- | | |
|--|-----|
| 7. Кулувенская свита (слои 15–20) – песчаники серые, мелко-, среднезернистые, с конкрециями карбонатов и маломощными прослоями туфов (зона <i>Thyasira disjuncta ochotica</i> , <i>Laternula sakhalinensis</i>) | 504 |
|--|-----|

Кавранская серия

- | | |
|--|-----|
| 8. Ильинская свита (слои 21–22) – песчаники темно-серые, с галькой и гравием (зона <i>Modiolus wajampolkensis</i> , <i>Yoldia aff. nabiliana</i>) | 150 |
|--|-----|

Верхний миоцен – нижний плиоцен

- | | |
|--|-----|
| 9. Какертская свита (слои 23–26) – туфоалевролиты и туфодиаомиты желтовато-серые, с прослоями туфов, вверху песчаники серые, туфогенные, с галькой и прослоями витрокластических туфов (зона <i>Macoma optiva</i> , <i>Yoldia thraciaeformis</i>) | 451 |
|--|-----|

Средний плиоцен

- | | |
|--|-----|
| 10. Этолонская свита (слои 27–29) – чередование синеватых, косослоистых песчаников, конгломератов, алевролитов, туфодиаомитов (зона <i>Chlamys ethegoini</i> , <i>Chl. nutteri</i>) | 210 |
|--|-----|

Верхний плиоцен

- | | |
|---|-----|
| 11. Эрмановская свита (слои 30–31) – алевролиты с прослоями песчаников, лигнитов и туфов (зона <i>Chlamis ermanensis</i> , <i>Mercenaria ermanensis</i>) | 200 |
|---|-----|
- Каждая свита этого разреза в охинской схеме соответствует горизонту.

Постплиоцен

- | | |
|---|-------|
| 12. Энемтенская свита ⁸ (слои 32–33) – песчаники с прослоями галечников и туфов (с <i>Fortipecten kenyoschiensis</i> , <i>Macoma calcarea</i> , <i>Siliqua costata</i>) | до 70 |
|---|-------|

В связи с тем что точилинский разрез является на Камчатке стратотипическим и к нему привязываются другие разрезy (в том числе карагинский, подробно описанный в монографии автора в 1972 г., ильинский и др.), целесообразно проанализировать в первую очередь палеонтологический материал именно этого разреза. При анализе комплексов обратим особое внимание на корреляцию и изменение представлений об их возрасте (табл. 28, 29; см. табл. 27).

⁷ "Зоны" выделены по моллюскам (Криштофович, Ильина, 1961).

⁸ Выделена в более южных районах; в неогене охинской схемы отсутствовала.

Таблица 28

Горизонты Камчатки и Сахалина и их возраст

Зоны (Blow, 1969) **	Возраст			Провинциальные горизонты	Горизонты		
	По автору		Оха, 1959 г.		Камчатка	Сахалин (южный)	
22-23	Антропоген	Плейстоцен	Q			Карагинские слои	?
		Эоплейстоцен			Тусатуваямский	Тусатуваямские слои	
19-21	Плиоцен	Верхний	Q		Усть-лимимтзваямский (Берингский)	Усть-лимимтзваямский	"Верхнемарулямский"*
		Нижний			Энемтенский	Энемтенский	Помырский
16-18	Миоцен	Верхний	Плиоцен	Верхний	Эрмановский	Эрмановский	Марулямский
9-15		Средний		Средний	Этолонский	Этолонский	
				Нижний	Какертский	Какертский	Курасийский
			Верхний	"Камчатский"*	Ильинский-Кулувенский	Ильинский-Кулувенский	Углегорский
		Нижний	Миоцен	Средний	"Утхолокско-Вивентекский"*	Вивентекский-Утхолокский	Невельский Холмский
4-8	Нижний	Миоцен	Нижний	Мачигарский	Гакхинский-аманинский	"Мачигарский" (Аракайский) Лесогорский	
	Эоцен-олигоцен		Олигоцен		Ковачинский	Ковачинский	Шебунинский (Такарадайский)

* Условные названия. ** Предполагаемая корреляция.

КОМПЛЕКСЫ МОЛЛЮСКОВ МИОЦЕНОВЫХ СВИТ. ВОЗРАСТ КОМПЛЕКСОВ

При анализе амининско-гакхинского горизонта выявляется, что в пределах Камчатки он охарактеризован не только йолдиевым комплексом (*Yoldia longissima*, *Y. nitida*, *Y. watasei*), типичным для глинистой амининской свиты, но и формами, свойственными более грубым песчаным фациям — *Papyridea harrimani*, *Mya grewingki*, *Trominina japonica*, *Psephaea antiquor* и пр. Этот горизонт четко прослеживается на Западной и Восточной Камчатке и на Корякском нагорье (Богидаева, Гладенков, 1963). Все палеонтологи (Криштофович, 1961, 1969; и др.) единодушно отмечают его сходство с комплексами мачигарского (возможно, с лесогорскими слоями) горизонта Сахалина и формации Поронай и Мамидзияма Северной Японии (Matsumoto, 1964): Действительно, присутствие в названных толщах характерных *Yoldia watasei*, *Y. nitida*, *Y. longissima*, *Y. laudabilis*, *Y. sobrina*, *Papyridea harrimani*, *Macoma sejugata*, *Laternula besshoensis*, *Trominina japonica*, *Ancistrolepis ezoana*, *Turcicula sakhalinensis* и других форм красноречиво свидетельствует о тождественном возрасте этих толщ. Таким образом, данный горизонт хорошо выделяется на большой площади и является опорным в корреляционных построениях.

Проблема сейчас заключается в более точном определении его возраста. До последнего времени этот горизонт в разных схемах имел различный возраст: раннемиоценовый в охинской схеме и палеогеновый в японской. Выше уже говорилось о вариантах возрастных датировок поронайской формации, обсуждаемых японски-

ми геологами. Вопрос ими ставится лишь в одной плоскости: какой конкретно части палеогена соответствует Поронай — олигоцену, какой-либо его части или верхнему эоцену? К этому можно добавить, что специальный стратиграфический комитет, работавший на Хоккайдо в 1968 г. и анализировавший все материалы (и по фауне, и по флоре), принял схему, в которой формации Поронай и Мамидзума совершенно определено отнесены к палеогену (Sato, 1972). Таким образом, вопрос о "переводе" аманинского-гаккинского и магигарского горизонтов в палеоген, видимо, может решаться только однозначно.

По-новому в свете последних материалов можно подойти к определению возраста и более высоких — миоценовых горизонтов. Во-первых, палеонтологическая характеристика показывает, что утхолокская и вивентекская свиты, выделение которых базировалось в основном на литологии, могут быть объединены в один горизонт (наличие одинаковых *Yoldia posneri*, *Y. pennulata*, *Delectopecten pedroanus* и др.). Во-вторых, в этом горизонте — с включением в него синхронных отложений Восточной Камчатки (низы пахачинской и пестроцветной свит, часть тюшевской серии) и Сахалина (пильская и часть каскадной свиты, даехуриинская и уйнинская свиты на севере, холмская, невельская и другие свиты на юге) с *Yoldia tokunagai*, *Nuculana crassatelloides*, *Malletia inermis* и др. — часто отмечаются формы, идентичные видам формаций Асахи и Такиное, которые относятся в японских шкалах к нижнему миоцену. Среди характерных общих форм отмечаются *Yoldia tokunagai*, *Y. uranoi*, *Acila elongata*, *Malletia inermis*, *Borissia alferovii*, *Solemya tokunagai*, *Thyasira quadrata*, *Delectopecten pedroanus* и др. Многие виды подстилающего горизонта — *Y. watasei*, *Y. laudabilis* и другие здесь исчезают.

Формации Асахи и Такиное (за исключением самой верхней части) Северной Японии сопоставляются с формациями более южных районов — Хоромуи, Чугубу, Каданазава (часть), Нисиога, Дайдзама и др., которые в ряде мест охарактеризованы планктонными комплексами нижнего миоцена с *Globigerinita dissimilis* и *Globoquadrina dehiscens* (Kanno, Ogawa, 1964; Uozumi, 1962; Kanno e.a., 1968; Okamoto, 1965; Kitamura e.a., 1969).

Утхолокско-вивентекский горизонт охарактеризован бентосными фораминиферами: *Cassidulina globosa*, *Haplophragmoides gratus*, *H. laminatus*, *Criboiophidium micrum*, *Perfectonion praecinctus* и пр. (определения М.Я.Серовой).

Из диатомовых для этого горизонта характерны *Stephanopyxis spinosissima*, *Hyalodiscus dentatus*, *Asterolampra decora*, *Goniothecium odontella* и другие (Долматова, 1974), которые встречаются стратиграфически ниже комплекса, относящегося в Японии к среднему миоцену. На этом же уровне в Японии и на Камчатке отмечаются сходные *Desmostilidae*, встречающиеся в олигоцен-нижнемиоценовых горизонтах. Таким образом, хотя сопоставление японских и камчатских толщ еще нуждается в уточнении, возраст утхолокско-вивентекского горизонта условно можно считать раннемиоценовым.

Сейчас высказывается мнение, что более верхние камчатские свиты — кулувенскую и ильинскую (и даже нижнюю часть какертской) следует объединить в один горизонт, так как их палеонтологические характеристики весьма близки, на что уже давно указывала Л.В. Криштофович (присутствие общих *Yoldia nabiliana*, *Papyridea*, *Modiolus*, *Thracia* и пр.). Возможно, что различия, отмечаемые в комплексах этих свит, действительно связаны с фаціальным составом пород, хотя некоторые виды йолдид (прежде всего *Y. chojensis* и *Y. makarovi*) достаточно четко "отбивают" кулувенскую свиту от более верхних свит.

Характерными (преобладающими) для указанных свит являются для нижней части *Yoldia chojensis*, *Laternula sachalinensis*, *Thyasira ochotica*, *Spisula polynyma*, для верхней — *Papyridea kipenensis*, *Glycymeris chitanii*, *Mytilus ochotensis*, *M. tichanovichi*, *Modiolus wajampolkensis*, *Macoma astori*, *Polinices galianoi*. Названные формы сопровождаются также *Venericardia kovatschiveemensis*, *Yoldia nabiliana*, *Y. vegeiana*, *Thracia kavranensis*, *Mya karaginskiensis*, *Phaladomya majanotschensis*, *Chlamys pseudohastatus*, *Buccinum haromaicum*, *Turritella ex gr. inesana*. От нижележащих утхолокско-вивентекских комплексов рассматриваемые фауны

отличаются исчезновением маллетий, некоторых ацил, ланцетовидных йолдйй, немокардиумов и др.

На Сахалине кулувенско-ильинской фауне близки комплексы невельско (?) - утлегорского уровня на юге и дагинского — на севере, а в Северной Японии, по всей видимости, — нижней части формации Кавабата. Эта формация коррелируется по палеонтологическим данным с формациями более южных областей Японии — Каданазава (часть), Нисикуросава, Оннагава и Кюоузуми, которые содержат среднемиоценовые комплексы с *Globorotalia fohsi*, *G. bykovae* и др. (Hatai, 1958a,b; Saito, 1963; Aoki, 1964).

В венгерийской свите на п-ове Шмидта недавно обнаружен комплекс диатомовых (с *Actinocyclus ingens*, *Stephanorhynchus schenckii* и др.), который в японских разрезах и в разрезах п-ова Ога приурочен к среднему миоцену (Koizumi, 1968; Гладенков, Музылев, 1972).

Фораминиферовый комплекс кулувенско-ильинского горизонта по сравнению с комплексом более низких слоев характеризуется, по М.Я. Серовой, появлением ряда новых видов: *Islandiella miocenica*, *Bulimina boraensis*, *Nonionella miocenica*, *Cribrostomoides sakhalenicus*, *Haplophragmoides carinatus*, *Pseudoelphidiella problematica*, *Criboelphidium heterocameratum* и пр.

Переходя к анализу свит и горизонтов кавранской серии ("верхний миоценоплиоцен"), фауна которой в настоящее время описана гораздо лучше, чем в во-ямпольской серии, обратим специальное внимание на ревизию комплексов и новую интерпретацию возраста свит.

В прежние годы считалось, что именно в этой серии имеются хорошо обоснованные горизонты, которые четко коррелируются с толщами соседних районов и прежде всего с американским стандартом. Так как наиболее бесспорным считалось сопоставление этолонской свиты с формацией Этчегоин, то начнем именно с этих толщ (Гладенков, Синельникова, 1972).

При обосновании вывода о синхронности образования этих отложений приводились следующие "общие" характерные виды моллюсков: *Chlamys etchegoini*, *Ch. nutteri*, *Pecten saurinus var. oregonensis*, *Securella securis*, *Anadara trilineata*, *Macoma nasuta* и пр. Однако при послойном изучении разрезов и монографической обработке некоторых родов, проведенных в последние годы, выяснилось, что некоторые определения камчатских видов (Слодкевич, 1938) и прежние соображения о сходстве фаун названных свит нуждаются в пересмотре. Было выявлено, например, что типичная *A. trilineata* резко отлична от камчатской анадары, выделявшейся под таким названием, и последняя, вероятнее всего, является предковой формой для *A. trilineata* (Reinhart, 1949); *S. securis* после ревизии была отождествлена с *S. ensifera chehalisensis* (Parker, 1949), а *M. nasuta* — с *M. optiva* и т.п.

На основе исследований Масуды (Masuda, 1962) было установлено также, что камчатские формы, определявшиеся ранее как *Pecten saurinus var. oregonensis*, в действительности относятся к роду *Mizuhopecten* (миоцен—ныне) и принадлежат новому виду, родственному ветви *M. kimurai* (Yok.) — *M. tokyoensis* (Tokunaga) (миоцен), а виды рода *Chlamys*, считавшиеся подвидами *Swiftopecten swiftii* (Dall.), являются хорошо известными для миоцена Японии подвидами *Chlamys cosibensis* (Yok.), а также *Chlamys* (*Leochlamys*) *daishakaensis*.

Проведенные в последние годы работы выявили тесную связь камчатских фаун с японскими, что заставило пересмотреть прежние определения многих видов и основанные на них возрастные датировки свит. Как показал анализ этих материалов, перечисленные этолонские формы в основе своей являются миоценовыми, а сопоставление этолонской свиты с формацией Этчегоин сейчас надо признать ошибочным. Этолонский комплекс (*Chlamys cosibensis*, *Mytiloconcha kewi*, *Anadara kamtschatica*, *Dosinia ausiensis*, *Yoldia kuluntunensis*, *Y. cheisliensis*, *Securella ensifera chehalisensis*, *S. panzana*, *Glycymeris aff. yessoensis*, *Venericardia kavranensis*, *Crepidula grandis*, *Nanaochlamys anapleus*, *Pitar kavranensis*, *Macoma optiva*, *Neptunea lyrata*, *N. pluricostulata* и др.), приуроченный к верхам кавранской свиты и к нижней и средней частям этолонской свиты, обнаруживает сходство с фау-

ной (идентичные *Chlamys*, *Securella*, *Neptunea*) окобькайской, курасийской (верхи) и маруямской (низы) свит Сахалина, а также формаций Вакканай и Суеноматияма Северной Японии (им соответствует ярус Фунакава со среднемиоценовым комплексом планктонных фораминифер — *Globorotalia menardii* — *Globigerina perenthes*).

В комплексе бентосных фораминифер этолонской свиты широкое развитие получают полиморфиниды (*Sigmomorphina fenestrata*, *Polymorphina charlotensis*), алабаминиды (*Trochohyalis bartletti*) и дискорбиды (*Buccella granulata*, *B. complanata*, *B. niigatensis*). Видовой состав эльфидиид и исландиелл обновляется (по-являются *Pseudoelphidium hannai*, *Elphidiella jannaе*, *Islandiella yabei* и др.). Сходные комплексы отмечаются в окобькайских толщах Сахалина (Волошинова и др., 1971).

Изучение диатомовых этолонской свиты Т.А. Куклиной и В.А. Пушкарем показало, что в ней имеются формы (*Stephanophyxix schenkii*, *Kisseleviella karina*, *Goniothecium tenue*, *Actinocusxus ingens*), которые в Японии характеризуют среднемиоценовые толщи яруса Оннагава.

После того как стало ясно, что прежняя корреляция этолонской свиты в значительной степени неверна, встал вопрос о пересмотре фауны других камчатских свит. При этом важными оказались материалы по разрезу неогеновых толщ Каврано-Утхолокского района Камчатки, где свиты представлены другими фациями, нежели в точилинском стратотипическом разрезе Западной Камчатки; здесь, в частности, были впервые обнаружены мелководные комплексы какертской свиты и ранее неизвестные, относительно глубоководные — этолонской (Синельникова, Друщиз, 1971; Синельникова, 1973).

Какертская свита, подстилающая этолонскую свиту, считалась верхнемиоцено-нижнеплиоценовой или нижнеплиоценовой. При этом нижняя (глинистая) половина свиты — "миоценовая" в точилинском разрезе была охарактеризована холоднолюбивой тонкостворчатой малакофауной, а верхняя (песчанистая) половина — "плиоценовая" — более многочисленной, в основном мелководной теплолюбивой фауной. Отсюда делались выводы о климатическом различии ранне- и позднекаертского времени (Криштофович, 1961). Новый материал показал, что как ниже-, так и верхнекаертские фауны являются тепловодными; они содержат много тропических родов моллюсков и практически мало отличаются по систематическому составу и "климатической" характеристике. Присутствие *Mytilus ex gr. tichanovichii*, *Mya cuneiformis*, *Dosina ausiensis*, *Chlamys cosibensis*, *Kotorapecten subrefugionensis*, *Mulina ikusaensis*, *Phacoides shinokii*, *Misuhopecten matschiense*, *Limatula pilvoensis*, *Pitar kavranensis*, *Macoma optiva*, *Crenella porteronsis*, *Securella panzana*, *S. ensifera*, *Yoldia epilongissima*, *Y. scapha*, *Neptunea lyrata*, *N. pluricostulata*, а также других видов по всей свите позволяет сопоставлять ее с окобькайским горизонтом Сахалина, среднемиоценовой формацией Астория Северной Америки (Moore, 1963) и среднемиоценовыми кавабато-вакканайскими толщами Японии.

Необходимо отметить, что в какертских и этолонских комплексах сейчас обнаружено большое число общих форм: *Securella panzana*, *Chlamys cosibensis*, *Macrocallista kavranensis*, *Mytiloconcha trampasensis*, *Mya cuneiformis*, *Pitar kavranensis*, *Macoma optiva*, *Turritella gretschichkini*, *Neptunea pluricostulata* и пр. Ассоциации этого уровня являются наиболее богатыми (в систематическом и количественном отношении) и наиболее "теплыми" из всех камчатских комплексов. Исчезновение многих видов подстилающих слоев (*Yoldia chojensis*, *Modiolus wajampolkensis*, *Chlamys pseudohastatus* и пр.) и появление новых теплолюбивых видов — *Securella*, *Dosinia* и др. — все это подчеркивает яркое своеобразие данного комплекса и помогает отделять его от ниже- и вышележащих ассоциаций.

В пользу намеченного сопоставления какертской свиты свидетельствуют материалы и по другим ископаемым комплексам. Так, диатомовые водоросли этой свиты и ее возрастных аналогов — верхней части м. Плоского, частично юньоньяямской свиты (Восточная Камчатка), низов маямрафской свиты (Северный Сахалин) — сходны со среднемиоценовым комплексом (Оннагава) японского раз-

реза (Koizumi, 1968). Среди характерных форм, в частности, отмечены *Actinocyclus ingens*, *Stephanopyxis schenckii*, *Xanthiopyxis ovalis*, *Dicladia capreolus* и др. (Гладенков, Музылев, 1972).

В какертских толщах, по М.Я. Серовой, содержится комплекс фораминифер планктонных (*Globigerina falconensis*, *G. woodi*, *G. apertura* и пр.) и бентосных (*Haplophragmoides kakertensis*, *Ammonia beccarii*), который, хотя и с определенной долей условности, может сопоставляться с ассоциациями средней части миоцена соседних районов.

В последнее время появились новые данные по десмостилидам и морским ежам кавранских толщ. Десмостилиды образуют достаточно четкий горизонт в среднем миоцене Японии и Калифорнии (нижняя часть верхнего миоцена является для них верхним стратиграфическим пределом (Ikebe e.a., 1972). На Камчатке зубы и кости десмостилид встречены в какертской и этолонской свитах (*Desmostylus hesperus* Marsh — определения И.А. Дуброво). Эти находки в определенной мере подтверждают миоценовый возраст указанных свит, а обилие остатков десмостилид в какертской свите сближает ее с сертунайско-окобыкайским горизонтом Сахалина и заставляет предполагать его среднемиоценовый возраст (Дуброво, Синельникова, 1971).

Среди собранных в этих же свитах морских ежей (определения О.И. Шмидт) преобладают представители родов *Astrodapsis* и *Kewia* и в несколько меньшем количестве — *Echinarachnius* и *Vaquerosella*. Роды *Kewis*, *Vaquerosella*, *Astrodapsis* — полностью ископаемые (только несколько видов *Astrodapsis* доживают до нижнего плиоцена; все виды этого рода описаны из миоцена, причем подавляющее их число — из среднего миоцена Калифорнии). Во всех отложениях вплоть до верхов этолонской свиты отсутствуют представители плиоценового рода *Dendraster* и плиоценовые виды рода *Astrodapsis*. Это также подтверждает вывод о миоценовом возрасте рассмотренных толщ вплоть до верхов этолонской свиты (Шмидт, Синельникова, 1971).

Теперь обратимся к эрмановской и энемтенской свитам, перекрывающим этолонские толщи. До последнего времени эрмановская свита была охарактеризована только спорово-пыльцевыми комплексами, списками листовой флоры и в некоторых случаях — диатомовыми водорослями. К сожалению, списки листовой флоры давались для свиты в целом и иногда включали формы из толщ, точное стратиграфическое положение которых определено не было. Поэтому флористическая характеристика эрмановской свиты была очень нечеткой и включала в себя флоры разных горизонтов и разного возраста (от тургайских до почти современных). Отдельные определения моллюсков из этой толщи не позволяли однозначно решить вопрос о времени ее образования. Эта свита датировалась верхним плиоценом только на том основании, что эрмановские отложения лежат на этолонских, которые охарактеризованы фауной типа "этчегонн" (т.е. "среднего плиоцена"). В последнее время из точилинского разреза, из разреза Каврано-Утхолокского района и р. Ичи у пос. Острог В.Н. Синельниковой в нижней половине свиты был собран богатый комплекс морских и пресноводных моллюсков и листовой флоры.

Здесь найдены: *Mytiloconcha kewi*, *M. coalingensis*, *Modiolus tenuistriatus*, *Septifer margaritanus*, *Protothaca staleyi*, *Acila blancoensis*, *Yoldia ermanensis*, *Anadara obispoana*, *Glycymeris coalingensis*, *Mulinia densata*, *Turritella fortilirata habei* и др. По преобладанию в эрмановском комплексе вымерших в основном миоценовых видов (из 34 форм 26 вымерших, что составляет 78%) можно предположить, что отложения, заключающие эрмановскую фауну (собственно эрмановская свита и, видимо, верхняя часть этолонской свиты), образовались еще в миоценовое время. Некоторое число общих форм с фауной верхнемиоценовой формации Санта-Маргарита Калифорнии (*Septifer margaritanus*, *Mytiloconcha kewi*, *M. coalingensis* и др.) свидетельствует в пользу синхронности этих комплексов (Синельникова, Друщиц, 1971; Друщиц и др., 1972). На Сахалине этим толщам отвечает нутовский уровень (средненутовская подсвита, в частности слои с "эрмановскими" формами *Anadara obispoana*, *Arca devincta*, *Mulinia densata*, *Corbula adamensis* и др.), (Владимиров и др., 1963); в Японии, судя по стратиграфическому положению, — формация Томезаки (верхи Вакканай) и ярус Китаура,

отвечающие верхнему миоцену. В целом эрмановский комплекс выглядит значительно более холоднолюбивым, чем этолонская ассоциация.

В лимимтэваямской свите Восточной Камчатки, часть которой сопоставляется с эрмановской свитой, обнаружены диатомовые (с впервые появившимися *Bacterosira fragilis*, *Thalassiosira gravida* и др.), сходные с верхнемиоценовым комплексом п-ова Ога.

КОМПЛЕКСЫ МОЛЛЮСКОВ ПЛИОЦЕНОВЫХ СВИТ. ВОЗРАСТ КОМПЛЕКСОВ

Переходя к характеристике энемтенской свиты, которая перекрывает эрмановскую свиту, обратим особое внимание на обоснование ее возраста, ибо новая его трактовка не только вносит коррективы в камчатские стратиграфические схемы, но делает эту свиту чрезвычайно важной для сравнения с плиоценовыми толщами других районов.

Раньше эта свита относилась к морскому постплиоцену. Собранный в середине 60-х годов богатая коллекция моллюсков из этой свиты потребовала пересмотра ее возраста (Синельникова, 1969)⁹. В комплексе преобладают *Fortipecten takahashii*, *F. kenyoshiensis*, *Chlamys cosibensis heteroglypta*, *Ch. piltukensis*, *Swiftopecten swiftii kindlei*, *Securella securis*, *Anadara trilineata trilineata*, *Yoldia supraoregona*, *Y. enemtensis*, *Acila marujamensis*, *Pandora pulchella*. Все перечисленные виды — глубоко фоссильные и не имеют современных аналогов.

Из 56 видов моллюсков этой свиты 34 (60%) живут в современных морях, а 22 вымерших вида "не выходят" за пределы плиоцена. Этот комплекс гораздо теплолюбивее, чем ассоциации, обитающие на камчатских широтах в настоящее время. По мнению В.Н. Синельниковой (Синельникова и др., 1967), энемтенский комплекс (с теплолюбивыми *Anadara*, *Securella*, *Trachycardium*) может сравниться с современными южнобореальными комплексами Северной Японии.

Число ископаемых видов и присутствие среди них *Fortipecten kenyoshiensis*, *Anadara trilineata trilineata* и других, появляющихся в разрезах северной части Тихоокеанской области в основании плиоцена (формация Такикава, формация Кубе и Тогава, серии Санной Японии, третий горизонт маруямской свиты и помьрская свита Сахалина), естественно, ставит вопрос об отнесении энемтенских толщ к нижней части плиоцена. Этот горизонт хорошо прослеживается в формациях южных районов Японии (Тоцунокути, Онма-Манганази, Какэгава, Вакимото), где в ряде мест отмечены комплексы с плиоценовыми *Sphaeroidinella dehiscens*, *Globorotalia inflata*.

Наличие в энемтенских отложениях отмеченных *Anadara*, *Securella*, а также *Protohaca staleyi*, *Turritella vanlocki* и других позволяет коррелировать эти отложения с формацией Этчегонн Калифорнии, где найдены сходные комплексы. Правильность этого сопоставления сейчас подтверждается и микрофауной (в основании энемтенской свиты недавно обнаружены *Elphidiella oregonensis*, отмеченные как в III горизонте маруямской свиты, так и в формации Этчегонн (предварительные определения М.П. Чеховской и М.Я. Серовой). В энемтенской свите встречены также остатки диатомовых (определения Т.А. Куклиной), с комплексом характерных *Denticula kamschatica*, которые свойственны уровню Китаура Японии (нижний плиоцен). В лимимтэваямской свите о-ва Карагинского, которая сопоставляется с энемтенской свитой и включает общие *Fortipecten hallae*, *F. takahashi*, *Chlamys cosibensis*, *Ch. ex gr. nipponensis*), отмечены остатки диатомовых, которые отнесены к плиоценовому комплексу (см. рис. 19).

На п-ове Сьюард (Hopkins e.a., 1974) слои с флорой энемтенского типа перекрывают потоками лав с возрастом $5,7 \pm 0,2$ млн. лет. Все это также свидетельствует в пользу раннеплиоценового возраста энемтенской свиты. Породы свиты имеют положительный знак намагниченности (кроме нижней части).

⁹ Впервые на возможно плиоценовый возраст свиты было указано В.В. Меннером и В.Н. Синельниковой в 1959 г. (Меннер, Куликова, 1961). Позднее А.П. Ильина (1963) и Л.В. Криштофович (1969) стали помещать эту свиту вместе с эрмановской толщей в верхний плиоцен. Л.В. Криштофович коррелировала свиту с берингийскими слоями Аляски.

Одно из последних "открытий" неогеновой геологии на Камчатке — выявление плиоценовых отложений, которые занимают более высокое стратиграфическое положение, чем знемтенская свита. Прежде всего они обнаружены на о-ве Карагинском Восточной Камчатки (Гладенков, 1972б). Здесь, над лимимтэваямской свитой, которая по фауне сопоставляется с знемтенской свитой, залегает усть-лимимтэваямская толща. Последняя охарактеризована *Yoldia ex gr. hyperborea*, *Fortipecten hallae*, *Chlamys karaginskiensis*, *Ch. hastatus*, *Astarte diversa*, *A. nortensis*, *A. hemicymata*, *A. actis*, *Clinocardium burcharidi* и пр. Часть этих форм — в первую очередь вымершие астарты — обнаружены в комплексе берингских слоев Аляски, которые относятся к верхней части плиоцена (Hopkins, 1972). По сравнению с знемтенской ассоциацией моллюсков этот комплекс более холоднолюбив. Его вероятными аналогами, судя по стратиграфическому положению и ископаемым остаткам, являются: на Сахалине — IV горизонт маруямской свиты (с "*Astarte borealis*", *Spisula voyi*, *Siliqua costata*, *Mya truncata*), в Японии — формация Сетана (с разнообразными *Astarte* — "*A. alaskensis*", "*A. borealis*" и др.), на Восточной Камчатке — часть ольховской свиты (с *Astarte* и др.). Диатомовые комплексы (с *Melosira albicans*) как из названной толщи; так и из ольховской свиты (данные Н.Г. Музылева и Л.М. Долматовой) указывают на плиоценовый возраст вмещающих пород.

В отложениях усть-лимимтэваямской свиты обнаружено много пыльцы и спор. В их составе, по Р.Е. Гитерман, преобладает (более 50%) пыльца древесных пород и кустарников. Первые представлены главным образом хвойными породами (пихта, ели секций *Otoriga* и *Euripsea*, сосны различных секций, тсуга). В небольшом количестве найдена пыльца древовидных берез и ольхи и отдельные пыльцевые зерна *Juglans*, *Ulmus*, *Tilia*. Пыльца кустарников относится к *Alnaster* и *Betula sec. Nanae*. Пыльцы травянистых растений мало, в пределах 10—15%. Среди спор преобладают споры зеленых мхов, а также сфагнов и плаунов, присутствуют споры *Osmunda*. Спорово-пыльцевой спектр свидетельствует о лесной растительности, развитие которой отражает более мягкие климатические условия, чем современные.

Усть-лимимтэваямская толща о-ва Карагинского (она, как и подстилающие толщи, дислоцирована) несогласно перекрывается полого лежащими тусатуваямскими слоями, которые, видимо, уже можно относить к эоплейстоцену. Они содержат комплекс моллюсков преимущественно из современных северо-бореальных и аркто-бореальных форм, в частности *Tridonta borealis*, *Astarte alaskensis*, *A. montaqi*, *Venericardia crebricostata* и др. (всего 31 вид), с единичными (четырьмя) вымершими видами *Astarte kamtschatica*, *Taras gravis*, *Clinocardium comoxense*, *Cyrtodaria kamtschatica*). По стратиграфической позиции этим слоям соответствует часть ольховской свиты Восточной Камчатки (Гитерман и др., 1975).

Об ольховской свите и связанной с ней лахтакской толще, развитых в пределах Камчатского полуострова, следует сказать особо, ибо последние сведения о них значительно дополнили наши представления о верхнеплиоценовых и эоплейстоценовых образованиях Камчатки. Ольховская свита представлена в нижней части (от 200 до 750 м) главным образом алевролитами, подстилаемыми базальными конгломератами, а в верхней (200—250 м) — галечниками, песками и алевролитами; верхняя часть (или подсвита) иногда выделяется в лахтакскую свиту. Обращает на себя внимание наличие в этой свите рассеянной гальки кислых интрузивных пород, которая, видимо, связана с ледовым разнесом. Породы свиты в верхней части имеют положительный знак намагниченности, в нижней — отмечено чередование отрицательного и положительного знаков (по О.М. Петрову, — это эпоха Матуяма).

По определению Г.П. Борзуновой (Беспалый и др., 1972) и О.М. Петрова, в ольховском комплексе идентифицировано 62 вида, из которых 12 являются вымершими формами. Из них семь видов известны из миоценовых и плиоценовых отложений (*Polinices galianoi*, *Neptunea pluricostulata*, *Yoldia ochotensis*, *Liocyma subfluctuosa*, *Macoma calarea yokohamaensis*, *Laternula kavranensis*, *Antiplanes*

voyi), а пять — новые формы. Подавляющее количество видов относится к современным бореальным и аркто-бореальным видам; арктические формы (*Nuculana radiata lamellosa*, *Macoma moesta*, *Mya truncata ovata*, *Periploma fragilis*), живущие сейчас в морях Северного Ледовитого океана, весьма малочисленны. Возраст этого комплекса определяется как позднелиоценовый, хотя, по мнению Г.П. Борзуновой и других, верхние горизонты свиты могут оказаться и нижнечетвертичными (Беспальый и др., 1972).

Микрофауна, которая пока изучена лишь из небольшой части разреза и включающая несколько вымерших видов (*Buccella* ex gr. *niigatoensis*, *Epistominella pulchella*, *Cassidulina kasiwarakensis*) и современные аркто-бореальные формы, может, по мнению Н.А. Фрегатовой, быть отнесена к самым верхам плиоцена. По данным И.М. Хоревой, среди бентосных фораминифер этой свиты преобладают представители семейств *Cassidulinidae* и *Elphidiidae* и в целом этот комплекс имеет сходство с фауной плейстоценовых морских террас. Вместе с тем здесь встречены формы, известные лишь в неогеновых толщах, — *Retroelphidium hughesi foraminosa* (Cushman), *Islandiella laticamerata* (Voloshinova) и пр.

В средней части ольховской свиты найдены листья *Dryas* sp. Палинологический анализ (Р.Е. Гитерман) ольховской свиты выявил довольно однообразные спектры с резким преобладанием пыльцы кустарников *Alnaster*, *Betula* sec. *Nanae*, *Pinus rutila*. Пыльца хвойных пород (*Picea* sec. *Omorica* и *Eurpicea*, *Pinus*) встречается единичными зернами и, вероятно, является переотложенной. Много пыльцы кустарничков *Ericales* и трав, среди которых преобладают злаки, осоки, полыни (до 50%). Процентное содержание спор достаточно велико, и состав их довольно разнообразен. Встречаются споры папоротников, зеленых и сфагновых мхов, плаунов, в том числе арктических видов *Lycopodium appussum*, *L. pungens*, плаунка *Selaginella sibirica*, гроздовика *Botrychium* sp. Спорово-пыльцевой спектр ольховской свиты характеризует растительность, произраставшую в условиях, близких или даже несколько более прохладных, чем современные (Гитерман и др., 1975).

Дантовая флора, по О.С. Короткевич, З.С. Каружановой и Л.М. Долматовой, в целом соответствует флоре, относимой А.П. Жузе (1962) к верхнему плиоцену. Согласно Л.М. Долматовой (1974), в ольховской и лахтакской свитах отмечен комплекс с *Melosira albicans*, *Denticula seminae*, *Actinocyclus divisus*, *Thalassiosira zabelinae*, который сопоставляется с комплексами верхней части лимимтэваямской и усть-лимимтэваямской толщ о-ва Карагинского (с *Melosira* и т.п.).

Близкая связь ольховского комплекса моллюсков с современной фауной Берингова моря наряду со спорово-пыльцевыми данными, характеризующими растительность, близкую современной флоре северных районов Камчатки, дала основание предполагать, что "первая сверху" смена полярности, установленная в отложениях ольховской свиты, соответствует последней инверсии геомагнитного поля (Беспальый и др., 1972). Учитывая, что остатки моллюсков в большей степени приурочены к нижней половине ольховской свиты, имеющей обратную намагниченность, можно считать, что ольховский комплекс в основном характеризует эоплейстоценовый этап.

Упомянутый выше тусатуваямский комплекс моллюсков о-ва Карагинского в возрастном отношении является скорее всего аналогом ольховского комплекса, характеризуя, видимо, более прибрежную фацию осадков. В тусатуваямском комплексе, как говорилось, также имеются вымершие виды — *Astarte nortonensis*, *Taras gravis*, *Cyrtodaria kamchatica*, *Clinocardium comoxense*, из которых последний встречен в массовом количестве. Этому уровню на Аляске соответствует, видимо, часть толщи о-ва Мидлтона с отрицательной остаточной намагниченностью слагающих пород.

Таким образом, берингийский, ольховский и тусатуваямский фаунистические комплексы моллюсков, стратиграфически сменяющие знемтенский комплекс, распространены в мощных дислоцированных толщах азиатского побережья, как сейчас выясняется, достаточно широко.

Стратиграфически выше, над тусатуваямскими слоями, залегают пинакульские и карагинские отложения высоких (до 100—150 м) морских террас с типичной

для них современной фауной (с *Portlandia arctica*). Эти образования, по мнению О.М. Петрова, являются нижнеплейстоценовыми и находят аналоги в эйнахнутских слоях Аляски.

Появление в камчатском разрезе верхнеплиоценовых отложений (в 1967 г. мы отнесли их к берингийскому горизонту)¹⁰ еще раз свидетельствует в пользу "понижения" возраста энемтенской и других свит (по сравнению с охинской схемой).

Рассмотрение плиоценовых и четвертичных толщ северной части Тихого океана приводит к выводу, что здесь, как и в Северной Атлантике, можно выделить несколько горизонтов, характеризующихся соответственными комплексами фауны.

1. Горизонт, включающий энемтенскую свиту и ее аналоги на Камчатке (К), III горизонт маруямской свиты и помырскую свиту Сахалина (С), формацию Вахимото Японии (Я), формацию Такикава Северной Японии (СЯ), формацию Хакалитос — Эчгегонн и соответствующую им часть формации Якатага Северной Америки (СА).

2. Берингийский (или усть-лимимтэваямский) горизонт — усть-лимимтэваямская толща (К), IV горизонт маруямской свиты (С), Сибикава (Я) — Сетана (СЯ), берингийские слои (СА).

3. Горизонт тусатуваямских слоев и ольховской свиты (К), часть толщ о-ва Миддлтона (СА).

4. Горизонт с современной фауной — с уровня пинакульских — карагинских слоев (К), и, видимо, эйнахнутских слоев (СА).

Из сопоставления этих толщ с общей шкалой (с учетом данных по корреляции с планктонными комплексами и по палеомагнитным характеристикам) следует, что горизонт 1 можно отнести к нижней части плиоцена, горизонт 2 — к верхам плиоцена, горизонт 3 — к зоплейстоцену и, наконец, горизонт 4 — к плейстоцену — голоцену.

Конечно, климатическая зональность наложила определенный отпечаток на палеонтологические комплексы горизонтов, которые формировались в разных районах. Как правило, комплексы северных районов являются более бедными в систематическом отношении, чем южные.

ОБЪЕМЫ ГОРИЗОНТОВ

Изучение ископаемых комплексов из камчатских и сахалинских свит показало, что ряд горизонтов охинской схемы прослеживается на широкой площади с большим трудом, а некоторые из них не прослеживаются совсем. Причина этого обстоятельства стала понятной, когда выяснилось, что некоторые горизонты упомянутой схемы, которые практически соответствуют одноименным свитам, скорее связаны с фаціальными особенностями относящихся к ним толщ, чем отвечают широко прослеживающимся (а не локальным) палеонтологическим комплексам определенного возраста.

Палеонтологические данные, собранные в последние годы, убедительно показали, что ископаемые комплексы имеют в ряде случаев более широкое вертикальное распространение, нежели это казалось ранее. Например, по распространению йолдиевых комплексов в опорных разрезах Камчатки (и прежде всего в точилинском) весьма трудно отделить аманинскую свиту от гакхинской, утхолокскую — от вивентекской. Столь же сложно на палеонтологической основе разделить кулувенскую и илинскую свиты. Вот почему возникла проблема выделения иногда укрупненных, но более реальных, с четкой палеонтологической характеристикой горизонтов, которые могли бы узнаваться на больших территориях. И это не следует считать "шагом назад": ведь все дробные подразделения, свойственные тому или

¹⁰ Позднее берингийский горизонт нашел место в стратиграфических схемах Л.В. Криштофович (1969), которая включила в него энемтенскую свиту и отложения р. Белой; таким образом, объем горизонта был расширен и его стратиграфическое положение потеряло четкость.

иному району, не отбрасываются, как иногда почему-то думают, а остаются во всех местных шкалах и, как прежде, при необходимости могут использоваться на практике. Зато горизонты, включающие различные в фаціальном отношении толщи (и свойственные им ископаемые комплексы), становятся более реальными.

Сейчас вопрос о выделении горизонтов стал рассматриваться еще в одной плоскости. Изучение палеонтологических остатков некоторых свит показало, что в ряде случаев границы горизонтов следует проводить внутри свит. Так, хорошо известно, что в стратиграфическом разрезе Западной Камчатки этолонский комплекс конхилиофауны (мелководной) резко отличается от подстилающего какертского комплекса (более глубоководного). Однако, по последним данным В.Н. Синельниковой (1974), "этолонские" формы встречаются (в соответствующих фациях) в верхах какертской свиты, а "какертские", наоборот, — в нижней части этолонских толщ других районов. В связи с этим высказываются предположения о том, что имеет смысл выделять горизонт, охватывающий верхнюю часть какертской и часть этолонской свит, а низы какертской свиты, обнаруживающие палеонтологическое сходство с ильинской свитой, и верхи этолонской свиты, сходные по фауне с эрмановской свитой, отделять в другие, самостоятельные горизонты.

Подобная картина вырисовывается и на Сахалине, где, например, границы ряда горизонтов, по Л.С. Жидковой и В.О. Савицкому, также иногда проходят внутри свит или серий (внутри краснопольевских толщ и т.п.). Вопрос о соотношении хроностратиграфических (горизонтов, "локальных ярусов") и литостратиграфических (свит, формаций) подразделений весьма остро встал на I Международном конгрессе по стратиграфии тихоокеанского неогена (1976 г.). В ряде выступлений американских (Allison, 1976) и японских (Chinzei, 1976) исследователей было показано, что очень часто объемы хроно- и литостратиграфических единиц не совпадают, причем последние могут иметь диахронные границы. Наглядно это было, в частности, проиллюстрировано Аддикотом (Addicott, 1976) на примере "яруса" и формации Темблор, имеющих совершенно различный возрастной диапазон (см. далее).

Хорошей иллюстрацией сказанному являются последние материалы по неогену Калифорнии, которые для нас представляют особый интерес в связи с тем, что именно с калифорнийскими ярусами проводились ранее сопоставления камчатских толщ. По данным Адегока (Adegoke, 1969), в районе Коалинга (антиклиналь Коалинга и Рифтовый хребет) развит ряд плиоценовых формаций, объем которых часто трактовался различно. Например, формация Этчегоин-Андерсона, Адегока и других соответствует объему двух формаций — Хакалитос и Этчегоин Вудринга, Шенка и др. Недоучет этого обстоятельства приводил к ложным корреляционным построениям.

Обе формации (Этчегоин и Сан-Хоакин), залегающие на миоценовых толщах (Темблор и Монтерей в Рифтовом хребте и Большой Голубой формации и формации Санта-Мargarита в районе антиклинали)¹¹, представлены преимущественно осадочными толщами, мощность которых достигает нескольких сотен метров. Характерным здесь является изменение литологического состава по простиранию толщ, что сказывается на облике захороненных в них комплексов моллюсков. Послойный анализ комплексов позволил выделить в разрезах восемь биостратиграфических зон (А—Н), четыре из которых относятся к миоцену, а четыре — к плиоцену. В их пределах намечены более дробные подразделения (16 "зонул").

Практически, указанные зоны и зоналы являются биостратиграфическими подразделениями, смена которых в разрезе определяется главным образом изменением фациального состава вмещающих фауну пород. Вместе с тем отмечается и смена комплексов, связанная с эволюционным изменением фауны, приуроченная, в частности, к границе среднего и верхнего миоцена, миоцена и плиоцена.

¹¹ Миоценовые толщи также являются хорошим примером фациальных замещений одних формаций другими, а между тем часто считается, что эти формации стратиграфически надстраивают друг друга.

Приведенные материалы показывают, что бытующие представления о делении по смене бентосной фауны (прежде всего моллюсков) плиоцена на "нижний", "средний" и "верхний", как это принималось в некоторых схемах прошлых лет, являются весьма спорными и, может быть, даже неверными. Как говорилось выше, это, в принципе, согласуется с данными и по плиоцену Европы, где бентосные комплексы не позволяют разделить плиоцен на какие-либо отдельные части (в частности, "верхнеплиоценовый" астиль оказался песчаной фацией внутри глинистого плезанса-пьянча). Сказанное является чрезвычайно важным, потому что в схемах Дальнего Востока, которые строились на примере североамериканских шкал, до последнего времени имелись подразделения, относящиеся к "нижнему", "среднему" и "верхнему" плиоцену.

Плиоцен Калифорнии скорее можно разделить на две части: нижнюю (Этчегоин), которая характеризуется комплексами субтропического моря, более "холодными", чем комплексы миоценовой формации Темблор с большим количеством тропических видов, и верхнюю (Сан-Хоакин), для которой типичными являются "умеренные" и относительно холодолюбивые виды (Adegoke, 1969). Эта смена комплексов является следствием постепенного похолодания в верхнемиоценовое время.

Таким образом, "укрупнение" некоторых горизонтов в дальневосточных шкалах, так же как и в схемах Северной Америки, можно считать закономерным процессом, связанным со стремлением выделять более реальные подразделения, которые могут служить не только для местных, но и для провинциальных, достаточно широких корреляций. Выделение обоснованных горизонтов является большим достижением северитихоокеанской биостратиграфии.

В связи со сказанным специально следует обратить внимание еще на одно обстоятельство. В советской литературе при анализе стратиграфических материалов по Японии, Аляске и Калифорнии в ряде случаев недостаточно четко проводится различие между подразделениями, которые имеют сходные наименования, но выделяются на разной основе и включают различные по возрасту толщи. Например, в Северной Японии выделяются: ярус (stage), формации и группа под одним названием — Дайдзима. Рассмотрение японских материалов показывает, что ниже среднемиоценовая группа Дайдзима, которая характеризуется флорой Дайдзима, помимо одноименного яруса, включает также ярус Нисикурогава, отвечающий соответствующей формации и по своей микропалеонтологической характеристике сопоставляемой с 9-й зоной Блоу, т.е. с частью среднего миоцена. Естественно, что для корректной интерпретации японских материалов необходимо различать все эти понятия и при их использовании иметь четкое о них представление¹².

Другой пример. На о-ве Хоккайдо в миоценовой серии Кавабата выделяются три формации и три "яруса" — Асахи, Такиное и Кавабата. В нижнем ярусе отмечаются две ассоциации фауны (Асахи и Харaposава), а в ярусе Такиное — три более молодых комплекса (Такиное, Чикубетсу-Санкубетсу и Куннуи). Недоучет различной трактовки одноименных понятий (в частности, Такиное и Кавабата — в смысле серии, яруса, формации и типа фауны) может привести, естественно, к неправильной интерпретации северояпонских данных. Их использование требует и в этом случае крайней осторожности.

Сейчас многие японские и американские биостратиграфы совершенно справедливо призывают использовать при стратиграфическом расчленении в качестве хроностратиграфических единиц местные "ярусы" или горизонты. Интересно, что первый же их анализ показал, что они часто не совпадают с объемом одноименных формаций. В Калифорнии, например (Addicott, 1972, 1976), ярус Темблор, вы-

¹² В статье В.Н. Синельниковой, М.Я. Серовой, Л.А. Скибы и Л.И. Фотьяновой (1975) недоучет этого обстоятельства привел авторов к спорным, а в ряде случаев и ошибочным заключениям в отношении корреляций и определений возраста сахалинских и камчатских толщ. К сожалению, в статье имеются и другие методологические просчеты, связанные с нечеткой авторской позицией в отношении стратиграфической классификации и терминологии (нечеткость и эклектичность в использовании понятий "этап", "горизонт", "свита" и пр.), что в значительной мере снижает ценность этой в целом актуальной статьи.

деляемый по моллюскам, соответствует части Сосесия, Релизию и Луизию, выделяемых по фораминиферам. Между тем типичная формация Темблор, заключающая толщи от Рефуджия до яруса Вакерос и низов яруса Темблор, отвечает ярусам по фораминиферам — Земорию, Сосесию и части Релизия (т.е. полное несовпадение!). Все это заставляет относиться к интерпретации возраста формаций с большой осторожностью.

Наконец, при анализе работ по сопредельным областям следует обратить пристальное внимание и на неодинаковость стратиграфических объемов той или иной формации в различных районах (достаточно вспомнить формацию Поронай в Японии, Темблор в Калифорнии и т.д.). Вот почему чрезвычайно важно знать, по каким конкретно формациям и каким конкретно районам используются те или иные данные при аналитических исследованиях.

МОРСКОЙ ВЕРХНИЙ КАЙНОЗОЙ АРКТИЧЕСКИХ РАЙОНОВ

Обратимся к краткому анализу верхнекайнозойских отложений арктического побережья, которые представляют большой интерес, во-первых, для корреляции и сравнения североатлантических и северотихоокеанских комплексов и, во-вторых, для палеогеографических реконструкций. К сожалению, сведения о них небогаты. С одной стороны, это связано с недостаточной изученностью северных районов, с другой — с относительно узким развитием здесь морских неогеновых толщ.

ПЕЧОРСКИЙ БАССЕЙН, ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ, АРКТИЧЕСКИЕ ОСТРОВА, ЧУКОТКА, АЛЯСКА

Вопрос о наличии верхнекайнозойских, прежде всего неогеновых, толщ на севере Советского Союза, в бассейне р.Печоры, Сибири, на Чукотке и на арктических островах поднимался давно. Особенно жарко эта проблема обсуждалась в последнее десятилетие, когда в печати появились материалы об открытии неогена в бассейне р. Печоры. Кратко остановимся на этих данных, чтобы проанализировать палеонтологическое обоснование возраста развитых здесь толщ, в частности по древним моллюскам (табл. 30—32).

В начале 60-х годов в Северном Предуралье В.И. Белкиным, В.С. Зархидзе и другими была выделена колвинская свита (песчано-глинистые отложения мощностью до 55 м). Характеризовавший ее комплекс конхилиофауны, в частности, включал: *Proreamusium groenlandicum*, *Nucula tenuis*, *Yoldiella fraterna*, *Portlandia arctica*, *Mascoma calcarea*, *M.balthica*, *Nuculana pernula*, *Natica clausa* (см. табл. 31). Среди бентосных фораминифер были отмечены виды (согласно И.Н. Семенову), с одной стороны, известные с миоцена (*Nonionella labradorica*, *Bulimina marginata* и др.), с другой — четвертичные (*Elphidium clavatum*, *Cassidulina subacuta* и др.); причем среди последних отмечались формы, несколько отличающиеся от современных (*Elphidium goesi*), и формы, видимо, вымершие к настоящему времени (*Protelphidium ustulatum parvus*, *Alabamina mitis* и т.д.)¹³. Эти палеонтологические остатки, по В.С. Зархидзе и И.Н. Семенову, свидетельствовали о том, что вмещающие их породы формировались начиная с миоцена (согласно И.Н. Семенову, — с верхнего миоцена до начала верхнего плиоцена). При этом, по мнению В.С. Зархидзе, данные по моллюскам не противоречили выводу о неогеновом возрасте свиты. Заметим, что формирование колвинского комплекса связывалось с неогеновой миграцией тихоокеанской фауны в Арктический бассейн.

Отмечая, что после образования колвинской толщи произошли древние врезы речной сети, авторы говорили о том, что колвинская свита не моложе позднего плиоцена (Белкин, 1971; Белкин и др., 1972а; б; Зархидзе, 1970, 1972; Семенов, 1972, 1973).

¹³ По данным геологов НИИГА, в этом горизонте (колвинском-каменском) среди фораминифер отмечены также *Clandulina laevigata*, *Bulimina marginata* и другие (В.Я. Слободин), среди остракод — *Heterocyprides fascis*, *Naupocytheridea punetillata*, *Lenphocythere cluthae* (О.М. Лев).

Схема корреляции плиоцен-нижнеплейстоценовых морских толщ Северной Евразии,
по данным О.М. Петрова, М.А. Лавровой, С.А. Троицкого, В.С. Зархидзе

Система	Отдел	Подотдел	Север Русской равнины		Север Западной Сибири	Берингоморский район			
			западная часть	восточная часть		Чукотка	Камчатка		
Четвертичная (антропогенная)	Плейстоцен	Средний	Свиты, слои						
				вашуткинские	никитинские				
	Нижний	северные	роговая падимейская	санчуговская	крестовская	оссорские			
			колвинская		пинакульская	карагинские			
Эоплейстоцен			?			тусатува- ямские			
Неогеновая	Плиоцен				?	?	ольхов- ская		
					?	туманская озернинская	берингийская (усть-лимим- тваямская)		

В пользу неогенового возраста колвинской толщи высказывались также и некоторые другие геологи, в частности В.Я. Слободин, отмечавший сходство колвинских фораминифер с комплексами миоцен-плиоценовой окобыкайской свиты Сахалина, и О.М. Лев, относившая остракоды к плиоценовым ассоциациям (Загорская и др., 1972; Лев, 1972).

По данным В.С. Зархидзе, залегающие выше слои падимейской толщи имеют плиоцен-раннеплейстоценовый возраст. Из моллюсков здесь отмечены: в нижней части – комплекс, практически не отличающийся от колвинского (*Proreamussium*, *Nucula*, *Yoldiella*), в верхней – *Cyrtodaria jenisseae*, *Clinocardium ciliatum*, *Arctica islandica*, *Panopea norvegica*, *Serripes groenlandicus* и другие современные виды; из фораминифер встречен комплекс с *Elphidiella arctica*, из остракод – цитероптероны.

Стратиграфически выше падимейские образования сменяются роговской толщей (с *Tridonta borealis*, *Astarte crenata*, *Macoma balthica* и т.п.), которую В.С. Зархидзе относит уже к плейстоцену.

Для обоснования выводов о возрасте названных свит, помимо морских комплексов, широко использовались палинологические данные, в которых В.С. Зархидзе находит определенное подтверждение своим построениям.

Заслуживают внимания варианты сопоставления печорских толщ с северо-западно-европейскими, которые предлагаются В.С. Зархидзе. По его мнению, раннепадимейский комплекс может коррелироваться с фауной зоны *Serripes groenlandicus* Исландии. Из этого, видимо, следует, что колвинский комплекс соответствует зонам *Tapes* и *Mastra*. Одновременно предполагалось, что в падимейское время, которое совпадало с ачкагыльским, существовала связь Арктического и Каспийского бассейнов (Зархидзе, 1970, 1971).

В последнее время появились новые геологические материалы по верхнему кайнозою Западной Сибири. Они были рассмотрены в сравнении с печорскими данными, что позволило наметить корреляцию разрезов этих двух районов (Слободин, Суздальский, 1969; Суздальский, Слободин, 1969; Загорская и др., 1969). Было, в

Таблица 31

Схема корреляции плиоцен-нижнеплейстоценовых отложений прибрежных районов Берингова моря, по данным О.М. Петрова, Д. Гопкинса, М.В. Муратовой

Система	Стдел	Камчатка			Аляска
		Чукотка	Карагинский остров	Усть-Камчатский район	
			Свиты, слои		
Антропогенная	Плейстоцен (нижний, средний)	Крестовская	Оссорские	Балузные галечники	Коцебуские
		Гнеквэмские	?	?	?
		Пинакульская	Карагинские	100–120 м терраса	Эйнахнутские
	Эоплейстоцен			Галечники 300-метрового уровня	?
		Онменские	Тусатуваямские	Лахтакская	?
				Ольховская	Миддлтонские
Неогеновая	Плиоцен		?	Высокогорские	базальты — 2,2 млн. лет
		Туманская	Усть-лимимтэ-ваямская	?	Берингийские (занвильские)
		Анадырская	Лимимтэваямская	?	базальты — 5,7 млн. лет
	Миоцен	Койнатхунская		Тюневская	Якатага
		Песцовская	Озернинская	Юньюваямская	

частности, установлено, что в Западной Сибири имеются возрастные аналоги колвинской свиты (каменского горизонта, по номенклатуре геологов ВНИГРИ и НИИГА). Относящиеся к ним усть-соленинские слои (большехетского горизонта) содержат остатки моллюсков: *Portlandia arctica*, *P. lenticula*, *Yoldiella fraterna*, *Tridonta borealis*, *Astarte aff. crenata*, *Niatella arctica*, *Sipho curtis* и т.д., остракод *Elofsorella cotcina*, *Palmenella limicola* и др.

Аналоги падимейской толщи (или будринского горизонта) в Западной Сибири отсутствуют. Стратиграфически выше залегают санчуговские и усть-портовские слои кочоского горизонта, который сопоставляется с роговской свитой (или усть-печорским горизонтом) бассейна р. Печоры.

Уотя многие геологи отнесли к идеям В.С. Зархидзе с одобрением, ряд исследователей встретил их достаточно критически (Кузнецова и др., 1971). Прежде всего было высказано сомнение в правильности построения сводного разреза и в реальности выделенных свит и толщ (в частности, в определении позиции горизонтов галечников, положения границ свит). Следует отметить, что эти толщи были выделены главным образом в скважинах, что, естественно, затрудняло корреляцию слоев на больших площадях. В условиях частных фациальных замещений толщ и изменений их мощности многие сопоставления оставались провизорными.

Второе, на что указывали оппоненты, — это натяжки в интерпретации генезиса валунно-галечных суглинков, характерных для печорского "неогена". Если В.С. Зархидзе с коллегами считали их преимущественно морскими или айсберговыми, то их оппоненты связывали эти же образования с деятельностью ледников (по наличию ледниковых отторженцев, связи состава валунов с коренными отложениями, присутствию ледниковой штриховки на валунах, высокому объемному весу суглинков и т.д.).

Таблица 32

Распространение важнейших видов моллюсков в позднелайнозойских отложениях
Тимано-Уральской области (Зархидзе, 1970)

Виды	Свиты			
	Колвинская	Падимейская	Роговская	Казанцевская
<i>Antalis entalis</i> Linne	-----			-----
<i>Cardium edule</i> Linne		-----		-----
<i>Littorina obtusata</i> Linne				-----
<i>Littorina littorea</i> Linne				-----
<i>Panomya norvegica</i> Spengl		-----		-----
<i>Buccinum undatum</i> Linne		-----	-----	-----
<i>Arctica islandica</i> (Linne)		-----	-----	-----
<i>Maetra elliptica</i> Brown		-----	-----	-----
<i>Zirphaea crispata</i> Linne			-----	-----
<i>Macoma balthica</i> Linne		-----	-----	-----
<i>Mytilus edulis</i> Linne		-----	-----	-----
<i>Hiatella arctica</i> (Linne)		-----	-----	-----
<i>Mya truncata</i> Linne		-----	-----	-----
<i>Astarte crenata</i> Gray		-----	-----	-----
<i>Tridonta montagui</i> (Dillwin)		-----	-----	-----
<i>Tridonta elliptica</i> (Brown)		-----	-----	-----
<i>Astarte borealis</i> Chemn.		-----	-----	-----
<i>Margarites cinereus</i> Couth.		-----	-----	-----
<i>Polinices pallidus</i> (Brod. et Sow.)		-----	-----	-----
<i>Natica clausa</i> Brod. et Sow.		-----	-----	-----
<i>Serripes groenlandicum</i> (Chemn.)		-----	-----	-----
<i>Clinocardium ciliatum</i> (Fabr.)		-----	-----	-----
<i>Cyrtodaria kurriana</i> Dunker		-----	-----	-----
<i>Cyrtodaria jensiseae</i> Sachs		-----	-----	-----
<i>Cylichna alba</i> (Brown)		-----	-----	-----
<i>Admete viridula</i> (Fabr.)		-----	-----	-----
<i>Yoldia hyperborea</i> Torell		-----	-----	-----
<i>Arca glacialis</i> Gray		-----	-----	-----
<i>Musculus nigra</i> (Gray)		-----	-----	-----
<i>Leda pernula</i> (Müller)		-----	-----	-----
<i>Nucula tenuis</i> (Mont.)	-----	-----	-----	-----
<i>Macoma calcarea</i> (Chemn.)	-----	-----	-----	-----
<i>Portlandia arctica</i> (Gray)	-----	-----	-----	-----
<i>Portlandia lenticula</i> (Müller)	-----	-----	-----	-----
<i>Yoldiella fraterna</i> (Verr. et Buch)	-----	-----	-----	-----
<i>Propeamussium groenlandicum</i> (Sow.)	-----	-----	-----	-----

Наконец, критические замечания вызвала интерпретация палеонтологических данных. Морская ископаемая фауна, обнаруженная в названных толщах, оказалась разнообразной как по составу, так и по возрасту. В бассейне верхней и средней Печоры, в частности, были найдены окаменелости палеозоя и мезозоя, в северных районах Печорской низменности вместе с палеозойско-мезозойскими остатками были обнаружены четвертичные ископаемые (*Astarte*, *Hiatella* и др.). Это же относится к микрофауне и к спорово-пыльцевым комплексам, среди которых отмечены палеозойские, мезозойские и кайнозойские спектры. В связи с этим Л.А. Кузнецова и другие сделали вывод о перетолжении органических остатков в упомянутых толщах, связав его с деятельностью ледников. Хотя палинологические материалы не получили у специалистов однозначную трактовку, часть палинологов склонилась к мысли, что данных в пользу неогенового возраста этих толщ пока недостаточно, а многие исследователи решительно высказались за их плейстоценовый возраст (Немкова, 1972; Бердовская, Лосева, 1972). В пользу плейстоценового возраста свидетельствуют также данные по остракодам (Попова-Львова, 1972).

Изучение В.И. Гудиной (1966, 1969) комплексов фораминифер района Обской губы и Енисейского Севера показало несостоятельность мнения о миоцен-плиоценовом возрасте отложений Большеземельской тундры. Выделенные ею три нижних комплекса: тильтимский — болготохский (с эльфидидами — *Elphidium subclavatum*, *Protelphidium orbiculare*), обский — туруханский (с эльфидидами и кассидулинидами с *Quinqueloculina oblonga*, *Buccella frigida*, *B. hannai*, *Elphidium subclavatum*, *Cassidullina islandica*) и салемальский — санчуговский (с *Glundilina laevigata*) являются, по В.И. Гудиной, четвертичными, во всяком случае — не древнее Амстеля (хотя для прямого сопоставления с Амстелем у В.И. Гудиной каких-либо убедительных данных нет).

Таким образом, печорские и западносибирские материалы получили различную трактовку и вопрос о наличии неогена в бассейне р. Печоры и в Западной Сибири остается пока нерешенным.

Если говорить о моллюсках колвинской и падимейской свит (и их аналогов в других районах), то, судя по опубликованным ранее спискам, они вряд ли могут считаться неогеновыми и сравниваться соответственно с комплексами зон *Tapes-Mastra* и *Serripes* Исландии.

В отмеченных свитах не обнаружено ни одного вымершего вида. Из антропогеновых отложений Печорской низменности всего определено 82 вида моллюсков: 18 арктических, 12 бореальных и 52 аркто-бореальных и бореально-арктических (Матвеева, 1971). В них отсутствуют формы, которые характерны для исландских зон. Речь идет о комплексах практически современных видов, которые "проходят" в той или иной пропорции во всех вышележащих слоях. Некоторые из этих видов (*Mascula balthica* и др.) появляются в разрезах Исландии и Англии только в плейстоцене и, естественно, отсутствуют в упомянутых исландских зонах. Самое большее, что можно допустить (и то очень осторожно), — это соответствие печорских фаун эоплейстоценовым комплексам Брейдавика (именно в Брейдавике появились первые *Portlandia arctica*, *Tridonta borealis*, *Propeamussium groenlandicum*, *Nuculana pernula* и другие формы и именно Брейдавик в отличие от тьеднесских толщ содержит почти современную ассоциацию конхилиофауны). Однако печорские фауны могут оказаться синхронными и более молодым четвертичным комплексам. По данным С.Л. Троицкого (1970, 1972), изучавшего моллюсков из разных горизонтов арктического побережья СССР и, в частности, Западной Сибири, все комплексы, которые были им рассмотрены, принадлежат к плейстоценовым и содержат только ныне живущие формы.

В связи со сказанным, предположения о соединении Арктического и Каспийского бассейнов в акчагыльское время не кажутся обоснованными. В этом отношении более правильными представляются взгляды Н.В. Кирсанова (1971) об отсутствии связи между акчагыльским бассейном и бореально-арктическими водами. Действительно, если падимейская толща — не плиоценовая, а четвертичная и по возрасту моложе акчагыля, то логика, положенная в основу указанного предположения, естественно, рушится.

Кстати, отметим, что определения пресноводных моллюсков из слоев, которые как будто перекрывают слои с морской фауной колвинского типа, нуждаются в уточнении. По А.Л. Чепальге, здесь отмечены *Unio cf. hybrida*, *Valvata* sp. и т.д., сходные с формами акчагыльско-кинельских отложений юга СССР (Сатин и др., 1971). Однако формы, определенные пока предварительно и с открытой номенклатурой, требуют весьма осторожной интерпретации (об этом приходится говорить специально, потому что ссылки на эти определения делаются иногда без должного критического подхода).

При сопоставлении западносибирских и печорских разрезов с верхнекайнозойскими разрезами Европы некоторые авторы основываются на сравнении колвинского (каменского) и большехетского горизонтов с Красным Крагом Англии и Калабрием Италии (Суздальский, 1969). Эти корреляции нуждаются в пересмотре, так как Красный Краг не является возрастным эквивалентом Калабрии (он относится к плиоцену). В этой связи наиболее предпочтительно, на первый взгляд, сопоставление названных горизонтов с калабрийским ярусом (и одновременно, как указывалось, с исландским Брейдавиком и верхами английского Исена). Однако прямых доказательств для этого тоже пока нет, и поэтому нельзя исключать возможности, что все названные печорские и сибирские горизонты являются более молодыми (в частности, нижнеплейстоценовыми, подобно пинакульским слоям на Чукотке) (Петров, 1966).

Нам остается добавить несколько слов о проблеме морского неогена арктических островов и Чукотки.

Как показывает анализ последних данных (Геология СССР, т.26, 1970), на островах Советской Арктики неогеновые толщи, охарактеризованные остатками моллюсков, отсутствуют. На о-ве Гофмана, в Баренцевом море, неоген (скорее всего плиоцен) установлен по спорово-пыльцевым комплексам¹⁴ (алевролитопесчаная пачка мощностью 25 м). В пределах о-вов Новая Земля и Вайгач достоверного морского неогена не обнаружено (здесь имеются только конгломерато-брекчии, совершенно условно относимые к неогену). Нет его и на Северной Земле. В пределах Новосибирских островов встречены песчано-алевролитовые слои до 30 м, с галькой и лигнитами, со спорово-пыльцевым комплексом, содержащим, по А.С. Вакуленко, остатки хвойных и широколиственных, которые относят к неогену. В частности, на островах Большом Ляховском и Бельковском отмечены пески до 10 м с лигнитизированной древесиной, в которых содержатся споры и пыльца сережкоцветных, хвойных и широколиственных. На некоторых островах были также обнаружены толщи с морской фауной; правда, их возраст до последнего времени остается точно неустановленным. На о-ве Фаддеевском кайнозойские толщи вмещают остатки *Venericardia crebricostata* (определение О.А. Скарлато), которая, по предположению некоторых исследователей, характерна для плиоценовых — нижнечетвертичных отложений тихоокеанских районов; однако по одной форме судить о точном возрасте вмещающих пород весьма трудно. На о-вах Новая Сибирь и Фаддеевском в глинах и алевролитах (до 20 м) встречены также четвертичные *Portlandia arctica*, *P. intermedia*, *Astarte* sp. (определение С.Л. Троицкого и Д.С. Яшина). Эти отложения отнесены к среднему плейстоцену (Геология СССР, т. 26, 1970).

На о-ве Врангеля отмечены бурые гравийно-песчаные отложения (с неопределимыми створками моллюсков), которые лишь условно отнесены к неогену (Кирюшина, 1963). Таким образом, как следует из приведенных данных, достоверно установленные неогеновые морские толщи на островах Советской Арктики практически отсутствуют.

Нет неогена, по всей видимости, и на Шпицбергене. Последние работы Ю.Я. Лившица (1973) и других (McKenna, 1972) подтвердили мнение Хуля и Равна об отсутствии здесь неогеновых отложений, к которым Натхорст, Хег и другие в начале столетия относили толщи с "*Thyasira bisecta*".

¹⁴ По Н.М. Бондаренко, здесь преобладают хвойные, присутствуют Juglandaceae, Fagaceae и др.

Более поздние исследования, сопровождавшиеся ревизией фауны, показали, что все осадочные породы кайнозоя содержат палеонтологические остатки только палеогена (баренцбургская свита из моллюсков, в частности, содержит *Callista nathorsti*, *Arctica ex. gr. lunulata*, колесбухтинская — *Thyasira sp.*, грумантская — *Cyrena altissima*, холлендардаленская — *Cyrena hoeli*, *Solenocurtus spitsbergensis*, коллиндеродденская — *Cyrena angustidens*, *Solenotellina brevisinuta*, стурвольская — *Cyrena aff. lonvexa* и пр.)¹⁵.

Более богатой в отношении достоверных неогеновых толщ является Чукотка. Здесь к неогену относится песцовская свита (морские пески и конгломераты) северо-западной части хребта Золотого (севернее Анадырского залива). Из них были определены *Arca bouchardi*, *Glycymeris yessoensis*, *Taras semiasperum*, *Chlamys farreri nipponensis*, *Cardita kamtschatica*, *C. etolonensis*, *Neptunea lyrata*, и др. Этот комплекс моллюсков сравнивался с этолонским комплексом Камчатки (Петров, 1966). В связи с тем что возраст последнего сейчас принимается в пределах среднего-верхнего миоцена, такой же возраст, видимо, имеет и песцовская свита. Более молодых морских отложений неогена в пределах Чукотки до последнего времени не было отмечено (выделялась лишь континентальная койнагунская свита). Однако после бурения в 60-х годах было установлено, что в Анадырской депрессии имеются скрытые на глубине миоценовые и, видимо, плиоценовые толщи (Агапитов и др., 1974). Песчано-алевролитовые отложения нижнего-верхнего миоцена, к которым относятся автаткульская (300 м), елисеевская (до 220 м) и озернинская (до 660 м) толщи, содержат остатки моллюсков *Yoldia longissima*, *Y. chojensis*, *Y. scapha*, *Nuculana miocenica*, *Mya karaginskiensis*, *Tellina cf. chibana*, *Macoma cf. semizuensis*, *Laternula cf. sakhalinensis*, *Srenella decussata* и др. (определения А.Д. Девятиловой, В.И. Волобуевой и И.Н. Кузнецовой). Среди фораминифер этого уровня определены: *Cyclammina cf. pilvoensis*, *C. japonica*, *Nauphragmoides impressus*, *Ammomarginulina aff. rugosa*, *Reophax tapnoensis*, *Porosotalia cf. tumiensis*, *Milliammina complanata*, *Buccella subconica*, *Griboelphidium jannaе* и др. (определения Т.В. Преображенской). К плиоцену здесь отнесены песчаники¹⁶ (до 250–600 м) с прослоями лигнитов (иногда до 6,5 м), охарактеризованные как моллюсками (*Nuculana aff. taphria*, *Yoldia vengeriana*, *Cardita ferruginea*, *Laevicardium taracicum*), так и фораминиферами (*Cyclammina ozoensis*, *Buccella cf. conica*, *Elphidiella cf. problematica*, *E. simplex* и др.). Судя по приведенным спискам, лигнитоносные песчаники могут относиться еще к миоцену (хотя бы частично).

Граница плиоцена и четвертичной системы непосредственно в Анадырском районе по моллюскам "не отбивается"; по данным М.В. Муратовой (1974), она проводится здесь только по смене спорово-пыльцевых спектров: плиоценовых — с остатками хвойных и четвертичных (великоречинские и вышележащие слои) — с остатками тундровой растительности. Но в пределах более северных районов Чукотки выделяется надстраивающая разрез пинакульская свита (морские и ледниково-морские отложения), которая охарактеризована типично четвертичным аркто-бореальным комплексом моллюсков: *Portlandia arctica*, *Nucula tenuis*, *Nuculana minuta*, *N. pernula*, *Yoldia hyperborea*, *Chlamys beringianus*, *Tridonta borealis*, *Astarte montagui*, *Clinocardium ciliatum*, *Macoma incongrua*, *Mya truncata*, *Pandora glacialis*, *Neptunea ventricosa*. По мнению О.М. Петрова (1966), она относится к нижнему плейстоцену. Вышележащие толщи принадлежат уже к заведомо плейстоценовым образованиям. Для их разделения, как и расчленения плейстоценовых слоев бассейна р. Печоры и Западной Сибири, используется смена комплексов, связанная с климатическими изменениями четвертичного времени (Мерклин и др., 1964).

На остальной территории северных районов СССР развиты континентальные толщи, анализ которых недавно был проведен в работах С.Ф. Бискэ, Ю.П. Барановой, Г.П. Карташовой и др. (Бискэ, Баранова, 1966; Бискэ, 1971, 1975; Карташова, Конишев, 1972).

¹⁵ Определения И.А. Коробкова.

¹⁶ Их иногда выделяют в анадырскую и туманскую свиты (Муратова 1974).

Сведения о кайнозойских толщах арктической Канады относительно скудны. Недавно, во время II Международного симпозиума по геологии Арктики (1971 г.), были приведены последние материалы об этих толщах. Из них следует, что на Канадском побережье Арктики морские кайнозойские отложения отсутствуют. Здесь развиты лишь континентальные толщи конгломератов и угленосных песчаников, мощность которых достигает нескольких сотен и даже (формация Рейндир) более тысячи метров (Cook, Aitken, 1973; Yorath, 1973; Plauchut, 1973). Возраст их точно не определен; обычно все континентальные образования считаются "третичными", и лишь отдельные формации имеют более "узкий" возраст (например, формация Бофорт в бассейне Свердрум — плиоцен-четвертичный).

Нам остается кратко остановиться на плиоцен-плейстоцене Аляски, что представляет интерес в связи с рассмотрением вопросов корреляции верхнего кайнозоя не только севера Тихоокеанской области, но и всего Северного полушария (Егизаров, 1969; MacNeil e.a., 1943, 1961). В последние годы сведения об этих толщах суммированы Гопкинсом (1965; Hopkins, 1972). В его стратиграфической схеме к нижнему плейстоцену относились отложения берингийской и анвильской трансгрессий (несколько метров песчано-глинистых осадков с галькой), которые, как считалось, разделяются моренными образованиями Айрон-Крик. В берингийском комплексе моллюсков из 60 бореальных и аркто-бореальных видов 16 видов и 5 подвидов являются вымершими (30%). Как следовало из данных американских геологов, в анвильских слоях содержание вымерших форм снижалось (Гопкинс, 1965; Hopkins, 1972).

Исследования последних лет (в частности, Гопкинса и О.М. Петрова) внесли некоторые коррективы в стратиграфические представления 50–60-х годов. Выяснилось, что анвильские слои практически составляют часть берингийского горизонта¹⁷. В связи с этим для многих толщ отдельных районов Аляски, сопоставлявшихся с берингийскими и анвильскими слоями района Нома и выделывшихся под названием "берингийских" и "анвильских", потребовался пересмотр объема и стратиграфической позиции; часть из них (особенно "анвильские") оказались сопоставленными некорректно, в связи с чем многие списки палеонтологических комплексов сейчас ревизуются. Наконец, возраст берингийских слоев, с установлением плиоцен-плейстоценовой границы на уровне 1,8 млн лет, стал приниматься плиоценовым. По данным Гопкинса, эти слои моложе 3–3,5 млн лет; они перекрываются отрицательно намагниченными лавами с абсолютным возрастом около 2,2 млн лет. Как говорилось, среди моллюсков берингийских слоев отмечено много вымерших форм, в частности аstart и пектинид, руководящих в комплексе (*Astarte nortonensis*, *A. diversa*, *A. hemicymata*, *A. actis*, *Yoldia aff. supraoregona*, *Macoma incongrua*, *Fortipecten hallae*). Это тоже свидетельствует в пользу плиоценового возраста отложений.

Стратиграфические аналоги этих слоев, выделенных в районе Нома, отмечены и в других тихоокеанских районах Аляски. Наиболее полный и интересный разрез находится на о-ве Мидлтон (Miller, 1953). Здесь обнажается мощная (свыше 1000 м) толща гравелитов, конгломератов, песчаников и алевролитов, охарактеризованная остатками моллюсков, указывающих на плиоцен-плейстоценовый возраст вмещающих толщ (*Astarte montagui*, *Clinocardium ciliatum*, *Neptunea decemcostata*, *Admete couthouyi* и др.). Породы о-ва Мидлтона, как свидетельствует Гопкинс, имеют обратный знак намагниченности. Хотя, как следует из геологических построений, мидлтонские толщи частично, видимо, являются стратиграфическими аналогами берингийских и эльвовских слоев, четкие палеонтологические доказательства в этом отношении отсутствуют (в частности, ископаемые комплексы моллюсков обнаруживают; возможно, из-за несходства в фациальном составе вмещающих пород большое различие; помимо этого, фауна Мидлтона пока детально не изучена).

¹⁷ В последних работах Д. Гопкинс вновь возвратился к отделению анвильских слоев (Hopkins e.a., 1974).

Специально следует отметить наличие берингийских слоев в пределах Аляски, севернее Берингова пролива. Эти отложения, вскрывающиеся в районе Кивалина, вмещают остатки *Fortipecten hallae*, *Astarte hemicumata*, *A. nortonensis*, *Venericardia crebricostata*, *Serripes groenlandicus*, *Mya* sp. *truncata* или *japonica*), *Neptunea* aff. *ventricosa* (три первые формы вымершие). Здесь же отмечены *Elphidiella hannai* и *E. nitida*, ныне живущие только в Тихом океане. Их параллелизация с берингийскими слоями является достаточно убедительной (наличие вымерших астарт, фортипектина и др.), в связи с чем их возраст можно считать плиоценовым, скорее всего позднплиоценовым.

Верхнекайнозойская, видимо, плиоценовая, фауна отмечена на севере Аляски, в районе Картер Крик. Здесь, по данным Мак-Нейла, найдены фоссильные остатки моллюсков, которые относились Доллом к миоцену и плиоцену (MacNeil, 1957). К сожалению, сохранность остатков не очень хорошая и большинство форм определено с открытой номенклатурой. Но наличие вымерших *Chlamys* (*C. nuwokensis*) и *Terebratula*, типичных для плиоцена Аляски *Astarte*, а также, как следует из работы Тодд (Todd, 1957), дочетвертичных фораминиферовых комплексов (12 видов, общих с Кораллиновым Крагом)¹⁸ свидетельствует в пользу поздннеогенового, скорее всего плиоценового возраста развитых здесь отложений.

В целом, подводя итог по арктическому сектору, можно с уверенностью сказать, что плиоценовый берингийский комплекс моллюсков со значительным количеством вымерших видов, свойственных неогеновым толщам, явно древнее вышеупомянутых фаунистических ассоциаций северных областей СССР. Одновременно ольховский и тусатуваямский комплексы эоплейстоцена, содержащие некоторое количество вымерших форм, также отчетливо отличаются от комплексов моллюсков севера Русской равнины и Западной Сибири (намечающееся сходство зоогеографического состава комплексов северо-западных и северо-восточных районов СССР может позволить предположить, что колвинская фауна Печорского бассейна в какой-то мере отвечает верхним слоям ольховской свиты Камчатки).

Одинаковый арктическо-бореальный характер пинакульского, карагинского и колвинского комплексов, состоящих практически из современных видов, и наличие среди них типичных арктических (*Portlandia arctica* и пр.) позволяют довольно уверенно сопоставлять их между собой. Для этих комплексов, основу которых составляют аркто-бореальные виды, весьма характерно смешение бореальных и арктических форм, что, по-видимому, является специфической особенностью раннеплейстоценовой фауны северных районов.

Комплексы моллюсков северной трансгрессии и падимейской свиты запада и востока северной части Русской равнины, вероятно, несколько моложе и, возможно, характеризуют отложения первой половины среднего плейстоцена.

ВЕРХНИЙ КАЙНОЗОЙ В ОКЕАНИЧЕСКИХ ОСАДКАХ СЕВЕРНОГО ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНА И СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА

Материалы, полученные в последние годы по подводному бурению дна океана, пока не очень представительны, особенно для Арктических районов. Тем не менее они проливают свет на многие важные проблемы стратиграфии и палеогеографии.

В начале 60-х годов в отечественной литературе появились данные по донным колонкам ряда районов Арктического океана — хребтов Ломоносова, Менделеева, котловины Макарова (Белов, Лапина, 1961). Колонки глубиной до нескольких метров дали представление о молодых (по существу четвертичных) осадках океанического дна. При этом, в частности, отмечалось, что осадки характеризуются большим количеством "карликовых" *Globigerina pachyderma* (определения З.Г. Щедриной), а также *Eponides tenurus*, *Cibicides wuellerstorfi* (типичных для

¹⁸ Комплексы фораминифер, которые относятся к верхнему миоцену или нижнему плиоцену, характеризуются видами, типичными сейчас только для южных районов; здесь отсутствуют характерные арктические роды *Astrononion* и *Buccella*, редки миллиолиды и кассидулиниды.

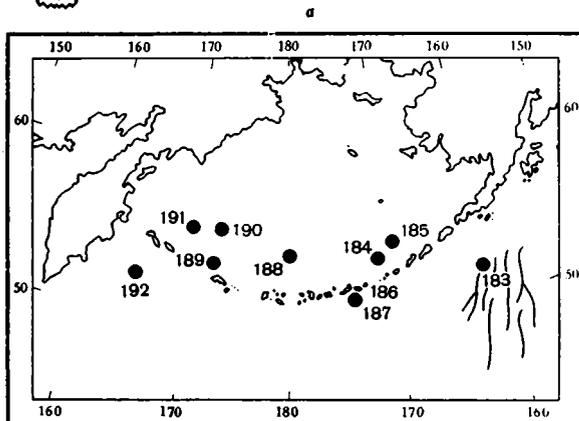
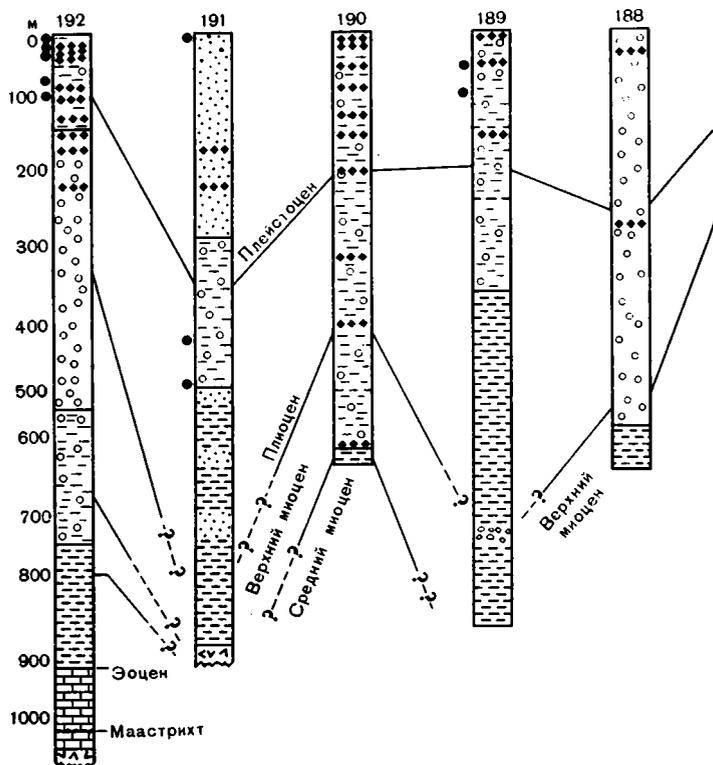
Таблица 33
Комплексы фораминифер в кайнозойских толщах, скв. 192

Возраст		Глубина, м	Фаунистические подразделения	Характерные виды
Плейстоцен		0	I	<i>Globorotalia pachyderma</i> (90)
Плиоцен	Верхний	100	II	<i>Globorotalia pachyderma</i> (50)
	Нижний	200	III	<i>Globorotalia</i> cf. <i>subcretacea</i> <i>Globorotalia suterae</i>
300				
Мiocен	Верхний	400	IV	<i>Globorotalia pachyderma</i> (100)
		500		<i>Globorotalia continuosa</i> <i>Globorotalia</i> cf. <i>continuosa</i> <i>Globigerina parabolloides</i>
	600			
	Средний	700	<i>Globigerina bulloides</i> <i>Globorotalia scitula</i> <i>Globigerinita glutinata</i>	
Нижний миоцен и олигоцен		800	V	<i>Globorotaloides suteri</i> <i>Globigerinita dissimilis</i> <i>Globigerinita unicava</i> <i>Globigerina angiporoides</i>
		900		
Зоцен		1000	VI	<i>Acarinina primitiva</i> <i>Acarinina soldadoensis</i> <i>Morozovella lensiformis</i>
				VII	Globotruncana and heterohelix

Примечание. В скобках указано содержание синистральных форм, %.

глубоководных зон Атлантики и Тихого океана). По данным Т.И. Линьковой (1965), изученные осадки (в колонке сверху вниз) обнаружили нормальный и обратный знак намагниченности, что позволило отнести время их образования к эпохам Брюнес и Матуяма.

В 60-х – начале 70-х годов стали публиковаться и материалы по арктическим районам зарубежных исследователей. Несколько колонок (глубиной тоже лишь до нескольких метров) были заложены в Арктическом бассейне между хребтом Ломоносова и Канадской котловиной. Материал был получен также в основном по верхнекайнозойской части разреза. Смена бентосных комплексов в колонке, наличие в осадках право- и левозакрученных *Globigerina pachyderma*, изменения знака остаточной намагниченности в породах и их литологического состава (появление гальки и пр.), определение палеотемператур позволили представить некоторые особенности строения и накопления донных осадков. По данным Херман (Herman, 1970; Herman et al., 1971), в колонках достаточно четко выделяются три части. Нижняя (возраст от 3 до 3,3 млн.лет) содержит *Homospira gerdialis*, *Cyclamina pusilla*, *Alveolophragmium subglobosum*. Средняя (возраст от 0,7 до 3 млн.лет) охарактеризована *Globigerina quinqueloba*, синистральной *G. pachyderma*, *Stetsonia horvathi*, *Shaeroidina bulloides*, *Bolivina* sp. По мнению Херман, Арктический бассейн во время накопления нижней и средней частей осадков был, видимо, свободен от пакового льда. Верхняя часть (моложе 0,7 млн.лет) соответствует похолоданию, приведшему к образованию льда в Арктике, и времени климатических флуктуаций. Ее



граница совпадает с границей Брюнес – Матуяма. Среди микрофауны характерной является *Globigerina pachyderma*.

Близкие взгляды развивают Ханкинс с соавторами (Hunkins e.a., 1971), которые считают, что паковый лед образовался в Арктике около 0,8 млн. лет назад (хотя, по их мнению, лед появился в этом бассейне гораздо раньше). По данным Ханкинса и других, в осадках зоны Матуяма (в верхней ее части, но до эпизода Харамильо) преобладают правозакрученные раковины *G. pachyderma*, а в осадках зоны Брюнес – левозакрученные.

Некоторые другие исследователи (Stenerwald e.a., 1968; Clark, 1971) считают, что Северный Ледовитый океан был холодным (не теплее, чем сейчас) по крайней мере 1 млн. лет назад. При этом допускается, что ледовый покров мог появиться здесь уже в плиоцене (по Кларку, в "среднем" плиоцене), а первое заметное похолодание проявилось около 3 млн. лет назад (появление эратических обломков "внутри" эпохи Гаусс).

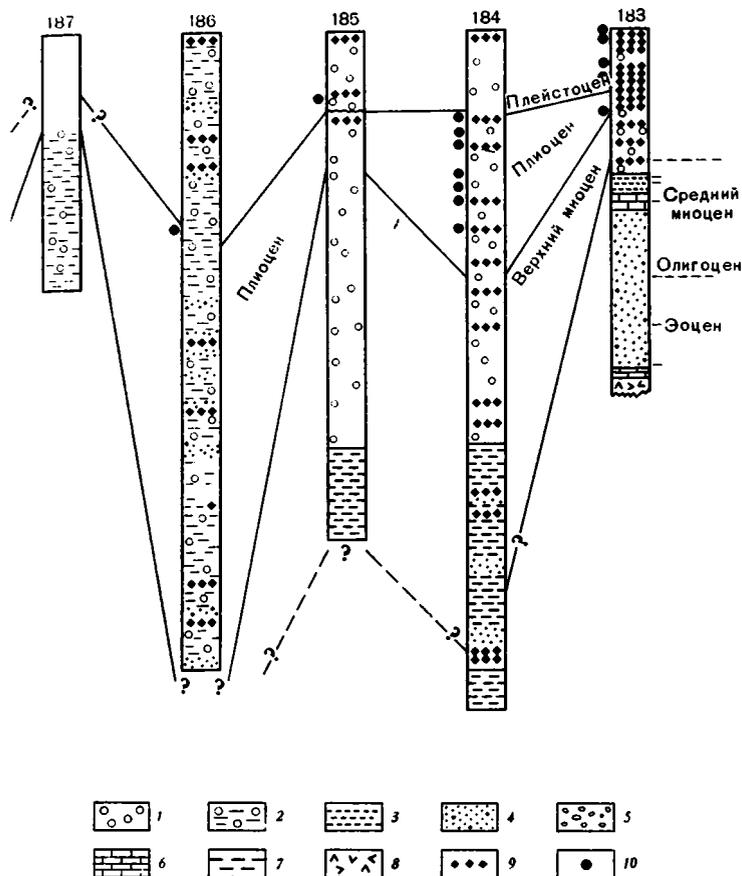


Рис. 26. Местоположение скважин (а) и их разрезы (б) 19-го рейса "Гломар Челленджер"

1 – диатомовый ил; 2 – диатомовый глинистый ил; 3 – глина; 4 – алевролит и песчанник; 5 – конгломерат; 6 – известняк; 7 – алевролит; 8 – базальт; 9 – нефтяные горизонты; 10 – валуны, перенесенные плавающими льдами

Недавно материалы по бурению были рассмотрены Гопкинсом, который одновременно анализировал материалы по материковой части Аляски и данные по геологии Берингова моря. По его мнению, Арктический океан в период до 3 млн лет назад был практически свободен ото льда (или в это время были сезонные льды), и лишь позднее в донных осадках появилась галька ледникового происхождения, а в конце плиоцена произошло ухудшение климата (Hopkins, 1972; Nelson et al., 1974).

Интересные результаты были получены в 19-м рейсе научно-исследовательского судна "Гломар Челленджер" по северной части Тихого океана (рис. 26, табл.33). Скважины показали наличие мощных третичных осадков, залегающих на маастрихтских породах, причем верхнеэоценовые толщи охарактеризованы здесь наиболее полно; отложения палеогена и нижние горизонты миоцена в некоторых скважинах вскрыты не были (Initia et al., 1972). Обращает на себя внимание большая мощность плиоценовых и четвертичных осадков (в скв. 192 около 250 м, в скважинах 191 и 189 – свыше 700 м, в скважинах 186 и 184 – до 900 м), причем значительная их часть сложена диатомовыми породами.

В олигоцен-нижнемиоценовых толщах из планктонных фораминифер отмечены *Globigerina angiporoides*, *Globigerinita unicava*, *G. dissimilis*, *Globorotaloides suteri*; в среднемиоценовых слоях – *Globigerina glutinata*, *Globigerina bulloides*, *G. scitula*. Верхнемиоценовая часть охарактеризована *Globigerina parabulloides*,

Возраст	М. заны (Blow, 1968)																									
	<i>Cocconeidiscus excavatus</i>	<i>Actinocyclus curvatus</i>	<i>A. divinus</i>	<i>Hemidiscus curviformis</i>	<i>Thalassiosira abertiensis</i>	<i>Cocconeidiscus angustilimbatus</i>	<i>Thalassiosira kryophila</i>	<i>T. norzenskiidai</i>	<i>Cocconeidiscus nodulifer</i>	<i>Thalassiosira hyalina</i>	<i>Denticula seminae</i>	<i>Fragilariaopsis cylindrus</i>	<i>Porosira glacialis</i>	<i>Pseudonotella dobiolus</i>	<i>Rhizosolenia bergonii</i>	<i>Thalassiosira gravida</i>	<i>Mitschia marina</i>	<i>Mitschia reinholdii</i>	<i>N. extinct</i>	<i>Thalassiosira antiqua</i>	<i>T. nidulus</i>	<i>T. zabelinae</i>	<i>T. convera</i>	<i>Mitschia fossilis</i>	<i>Denticula kamtschatica</i>	
Плейстоцен	23																									
	22																									
Плиоцен	21																									
	20																									
	19																									
Верхний миоцен	18																									
	17																									
	16																									
Средний миоцен	15																									
	14																									
	13																									
	12																									
	11																									
Нижний миоцен	10																									
	9																									
8																										

Рис. 27. Диатомовые комплексы миоцена и плиоцена Японии (Koizumi, 1973b), с некоторыми упрощениями

Globorotalia continousa, и в ее верхах – синистральной *G. pachyderma*. Плиоценовые толщи в своих нижних частях вмещают *G. cf. subereteacea*, *C. suterae*, а в верхних – *G. pachyderma*, которая переходит в плейстоцен. При этом плиоцен-раннечетвертичные *G. pachyderma* представлены синистральными разностями в сравнительно небольшом количестве (менее 50%), зато в более высоких горизонтах плейстоцена эти разности составляют более 90%.

Как следует из приведенных данных, зоны, намеченные в пределах широт Алеутских и Командорских островов, являются более "широкими", а зональные комплексы, менее представительными, чем в более южных районах. В этом отношении можно провести аналогию с зонами и комплексами бореальных районов Северной Атлантики.

Крайне интересной в свете рассмотренных данных выглядит палеоклиматическая характеристика плиоцена, где нижняя часть, судя по фораминиферам, значительно более "теплая" (присутствие *G. suterae* и др.), чем верхняя (с *G. pachyderma*). В плиоценовых разрезах скважин в то же время появляется галька ледового разноса. Наличие в верхней части плиоцена холодолюбивых комплексов и гальки ледового разноса говорит об относительном похолодании конца плиоцена. Эти данные сходятся с материалами по Северной Атлантике, где похолодания внутри плиоцена тоже фиксируются сменой комплексов фауны и появлением ледниковой гальки.

Особый интерес в материалах 19-го рейса представляют данные по диатомовым водорослям. Пожалуй, впервые для северных районов Тихого океана на большом материале удалось ярко показать важное значение диатомей для стратиграфического расчленения третичных толщ. Из анализа планктонных и бентосных диатомей следует, что по этой группе сейчас создается реальная зональная шкала (правда, по детальности она пока уступает шкале, базирующейся на планктонных фораминиферах). В среднем миоцене выделяются две зоны (снизу): *Denticula lauta* и *D. hustedtii*; в верхнем миоцене – одна зона: *D. kamtschatica*; в плиоцене намечены две зоны: *D. seminae* – *D. kamtschatica* и *Thalassiosira zabelinae*; в плейстоцене – три "зоны" (*Actinocyclus oculatus*, *Rhizosolenia curvirostris*, *Denticula seminae*) (Koizumi, 1973 a).

(рис. 27), Сахалина Камчатки (см. табл. 23) и Америки. Так как в этих отложениях фораминиферы присутствуют в сравнительно небольшом количестве, диатомовые комплексы могут выступать здесь в роли связующего элемента между шкалами, построенными на планктонных фораминиферах, и схемами, основанными на бентосных комплексах. Одновременно диатомовые могут контролировать межрегиональные корреляции, которые часто базируются лишь на моллюсках. Как отмечалось выше, первый опыт использования диатомовых комплексов для межэональных корреляций (Камчатка – Сахалин – Япония) и уточнения возраста дальневосточных свит дал обнадеживающие результаты (Гладенков, Музылев, 1972; Долматова, 1974).

Конечно, следует помнить что многие вопросы стратиграфического распространения диатомей пока не решены окончательно (Burckle, 1976). Сильная экологическая изменчивость комплексов, нечеткие (в ряде случаев) привязки их к разрезу, недостаточная изученность в разных районах – все это пока затрудняет широкое использование данной группы. Однако, повторяем, уже сейчас ясно, что в корреляционных построениях, осуществляемых в бореальных районах, диатомовые комплексы могут играть большую роль.

В настоящее время постоянно поступает новый материал по арктическим и бореальным акваториям (Таманова, 1973; и др.) и можно думать, что он внесет многие уточнения в современные представления о корреляциях верхнекайнозойских толщ названных районов.

АНАЛИЗ ВЕРХНЕКАЙНОЗОЙСКИХ КОМПЛЕКСОВ СЕВЕРНЫХ РАЙОНОВ АТЛАНТИКИ И ТИХОГО ОКЕАНА

После изложения материалов по сопоставлению верхнего кайнозоя в пределах северных районов Атлантики и Тихого океана представляется целесообразным перейти к корреляции верхнекайнозойских морских отложений этих двух областей.

КОРРЕЛЯЦИЯ ВЕРХНЕКАЙНОЗОЙСКИХ ТОЛЩ СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКИ И СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА

В бореальных областях Северной Атлантики и Тихого океана выделяется ряд миоценовых и плиоцен-четвертичных горизонтов, которые с той или иной точностью привязываются к общей шкале. Это позволяет наметить определенные "пары" разновозрастных горизонтов (рис. 28), перейти к их сравнению и осветить многие важные проблемы, до сего времени остающиеся остро дискуссионными, такие, как особенности расселения бентосных комплексов в древних бассейнах Северного полушария, палеогеографическая обстановка в арктических и бореальных районах и т.п.

Сравнение "пар" горизонтов показывает, что степень палеонтологического сходства подразделений, соответствующих друг другу, в разных районах различна. Миоценовые горизонты имеют незначительное содержание общих видов. В нижне-среднемиоценовых толщах такие виды практически отсутствуют: комплексы фирлендерского, геммоорского и дингден-райнбекского горизонтов Северной Европы и разновозрастных им утхолокско-вивентекского, кулувенско-ильинского, какертско-этолонского горизонтов Северо-Тихоокеанского региона характеризуются соответственно различными комплексами моллюсков, сопоставлять которые на видовом уровне невозможно. В верхнемиоценовых отложениях (Глиммертон Северной Атлантики и эрмановский горизонт с его возрастными аналогами в Тихоокеанском районе) общих видов содержится очень мало — несколько процентов (*Mya arenaria*, *Prorosmatus alleni* и др.). Как показывает анализ верхнемиоценовых комплексов Атлантики и Тихого океана (Durham, MacNeil, 1967), корреляция их также встречает большие трудности.

Поэтому сопоставление миоценовых толщ Атлантической и Тихоокеанской областей на этой основе может быть намечено лишь в общем виде. Для этих корреляций с большим успехом могут использоваться биогеографические характеристики соответствующих комплексов, палеогеографические данные, сведения об изменении комплексов на родовом уровне. Так, нижний миоцен в обеих областях достаточно четко коррелируется по появлению характерных групп гигантских пектенид — родов *Amusiopecten*, *Lyropecten*, *Macrochlamys* и других, средний миоцен — по расцвету этих групп (Addicott, 1974), а также по комплексу сходных туррителлид. Среднемиоценовые комплексы в обоих случаях характеризуются самыми теплыми (по сравнению с другими комплексами неогена) ассоциациями моллюсков, которые отличаются значительным общим числом видов и в ряде случаев присутствием тропических или субтропических форм (богатые комплексы рейнбекского горизонта Атлантики, весьма предста-

Северная Атлантика

Мериданты	Содержание общих форм с типологическими комплексами, %	Биогеографический тип комплексов	Следы похолоданий и потеплений	Палеомагнитные зоны	Содержание вымерших форм, %	Горизонты	Общая шкала
Арктические	>20-25	Северобореальный (И)	△ ⁻ △ △ ⁻ △ △ ⁻ △	■	0 (100)		Плейстоцен
Арктические Тихоокеанские	~15	Северобореальный (И)	△ ⁻ △	■	4-8 (92-96)	Верхняя Исена	Зоплейстоцен
Тихоокеанские	~20	Бореальный (И)	△ ⁻ △	■	25 (75)	Низы Исена-Красный Краг	Верхний плиоцен
	5?	Южно-бореальный (И)	+		40 (60)	Кораллиновый Краг	Нижний плиоцен
?	1-2?	Южно(?)-бореальный ("холоднолюбивый") (Д)	+ ^(И) △		>75 (25)	Глиммертон	Верхний миоцен
		"Теплолюбивый" (Д)	⊕			Дингден-рейндек	Средний миоцен
			+			Геммоор-фрлендер	Нижний миоцен

Рис. 28. Сопоставление горизонтов верхнего кайнозоя Северной Атлантики и Тихого океана

1 — потепление; 2 — значительное потепление; 3 — тиллиты; 4 — галька ледового разноса; И — Исландия; Д — Дания; К — Камчатка; А — Аляска; в скобках — содержание ныне живущих видов, %

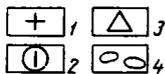
вительные и "теплые" ассоциации какертского и этолонского горизонтов Тихого океана). Сменяющие их верхнемиоценовые комплексы включают заметно меньшее число видов, и среди них доминируют уже относительно холоднолюбивые формы (Глиммертон Северной Атлантики и эрмановский комплекс Тихоокеанского района). Обращает на себя внимание сходство содержания вымерших форм в верхнемиоценовых горизонтах (оно достигает 75—80%). Однако, естественно, немногочисленность общих форм в соответствующих горизонтах этих областей осложняет корреляции и делает их во многом условными.

Плиоцен-плейстоценовые горизонты содержат общие формы в более заметном количестве. В связи с тем что для этих горизонтов сейчас получен наиболее достоверный сравнительный материал (с одной стороны, по Исландии и Англии, с другой — по Камчатке и прилегающим районам), представляется целесообразным обратиться к более подробному сравнительному анализу именно плиоцен-плейстоценовых комплексов.

Уже говорилось, что в пределах Северной Атлантики намечается несколько горизонтов верхнего кайнозоя: Коралиновый Краг (нижняя часть плиоцена), Красный Краг с низами Исена (верхняя часть плиоцена), верхняя часть Исена (зоплейстоцена) и плейстоцен-голоцен. Каждый из этих горизонтов с присущим ему комплек-

Север Тихого океана

Горизонты	Мигранты	Содержание общих форм с атлантическими комплексами, %	Биогеографичес- кий тип комплексов (К)	Следы поколований и потеплений	Палеомагнит- ные зоны	Содержание вымерших форм, %
	Аркти- ческие	>20-25	Северо- бореаль- ный	Δ Δ Δ Δ Δ Δ		0 (100)
Тусату- баямский	Аркти- ческие, атлан- тические	~15	Северо- бореаль- ный	\circ \circ Δ		~8 (92)
Усть-ли- мимтэ- баямский	Атлан- тические	~5-10?	Бореаль- ный	\circ \circ		30 (70)
Энем- тенский		5?	Южно- бореаль- ный	+		40 (60)
Зрма- новский	?	1-2?	Бореаль- ный („холодно- тобиовый“)	(A) - Δ +		>75 (25)
Эталан- ский (с ка- кертским), Ильцин- ский-Куль- венский			„Тепло- любивый“ субтро- пический	⊕		
Вивин- текский- утлокс- ский				+		



сом моллюсков несет определенную климатическую и палеомагнитную характеристику.

С другой стороны, в пределах северной части Тихого океана также выделяется ряд горизонтов – с малакофаунистической, палеоклиматической и палеомагнитной характеристиками. Эти горизонты занимают стратиграфическую позицию, сходную с положением упомянутых североатлантических горизонтов: энемтенский горизонт – нижняя часть плиоцена, берингийский горизонт – верхняя часть плиоцена, тусатуваямский горизонт – эоплейстоцен, карагинские – пинакульские и вышележащие слои – плейстоцен-голоцен. Таким образом, в названных областях имеются соответствующие по возрасту пары комплексов, которые, естественно, и представляют особый интерес для сравнения.

Попробуем рассмотреть эти горизонты, обращая внимание не только на систематический состав комплексов моллюсков, но и на их биогеографическую характеристику. Конечно, следует помнить, что сравниваемые комплексы принадлежат к разным биогеографическим областям, несколько отличаются по своей приуроченности к тем или иным климатическим поясам и, безусловно, относятся к различным провинциям. Поэтому речь пойдет прежде всего об общих тенденциях, вскрываемых таким сравнением.

Чтобы более объективно интерпретировать данные по ископаемым комплексам, отметим некоторые особенности, свойственные современной фауне арктических и бореальных районов. Во-первых, фауна северной части Тихого океана значительно богаче североатлантической и тем более арктической фауны (Ekmann,

1953; Гурьянова, 1970). Если у Северо-Западной Америки (Oldroyd, 1924, 1927; Dall, 1921; Kosuge, 1972), по подсчетам Долла, отмечается около 450 видов моллюсков, то в Северной Атлантике их около 300–350 (Tebbie, 1966; Oskarsson, 1962; Madsen, 1949), а в северных морях СССР и прилежащих частях Атлантического океана – только 119 (Филатова, 1957). Согласно З.А. Филатовой, соотношение количества видов в названных областях составляет 4 : 3 : 1.

Во-вторых, современные комплексы бореальных районов большей частью эндемичны, что обусловлено относительной изолированностью Атлантического и Тихого океанов, которая наметилась еще в глубоком прошлом. Как предполагают геологи, Тихоокеанская биогеографическая область сформировалась в основных чертах уже в конце мезозоя. Именно поэтому верхнемеловые комплексы этой области значительно отличаются от атлантических фаун: здесь отмечено до 50% эндемиков (Верещагин, 1964; Пергамент, 1969). Что касается послемелового времени, то, по мнению В.Н. Верещагина, особенности Тихоокеанской области и ее отличия от других областей обозначились еще более резко. Как следствие этого многие роды, получившие широкое распространение в третичное время в северных районах Тихого океана, представлены в Северной Атлантике сравнительно слабо. Например, род *Acila*, характерный для Тихоокеанского бассейна, почти не развит в Атлантике. Род *Yoldia*, который широко используется при выделении неогеновых горизонтов в северной части Тихого океана, не получил широкого распространения в Атлантике (если в первом районе описаны 100–120 видов этого рода, то во втором отмечены лишь несколько видов).

Иллюстрацией сказанному могут служить и материалы по Атлантике, например по современным двустворкам Исландии (Oskarsson, 1952), где содержание эндемиков (атлантического происхождения и атлантического распространения) очень высоко (более 70%; из 90–92 видов только 24, т.е. около 25%, отмечаются в Беринговом море). Совершенно естественно, что расхождения в составе комплексов двух океанов увеличиваются с переходом в более низкие широты бореальных районов. По сравнению с Исландией биоценозы у берегов Англии, Нидерландов, Бельгии и Франции содержат еще меньше общих с тихоокеанским бассейном элементов.

Достаточно ярко значительный эндемизм Северной Атлантики по сравнению с северной частью Тихого океана показывают следующие расчеты. По данным Мадсена (Madsen, 1949), в Исландско-Гренландском районе (включая Фарерские острова, а также побережье Норвегии и Шпицбергена) отмечаются 211 видов двустворок. Из них 161 вид встречается у берегов Англии (76%), 130 – в Средиземном море (62%) и только 39 (18%) – в северной части Тихого океана. Коэффициенты Симпсона (общности) для Исландского района с Англией, Средиземноморьем и Тихим океаном будут выглядеть соответственно так: $161/211 = 0,76$; $132/211 = 0,62$; $39/211 = 0,18$. Отличия, конечно, разительные.

Сходная тенденция выявляется и по гастроподам. Согласно Торсону, наиболее распространенными у берегов Исландии являются около 100 видов (Thorson, 1941). Из них 63 отмечаются у берегов Англии, 26 – в Средиземном море и 25 – в Тихом океане (коэффициент общности равен соответственно 0,63, 0,26 и 0,25). Интересно отметить, что если арктические виды, составляющие около 40% всех видов гастропод Исландии, распространены у берегов Европы и Америки, то значительная часть бореальных форм имеет только европейское распространение.

Приведенные расчеты показывают, что моллюски Исландии имеют достаточно большое сходство с комплексами Англии (число общих видов составляет 65–76% исландской фауны), а комплексы Средиземноморья и особенно Тихого океана заметно отличаются от исландских (из исландского комплекса в Тихом океане отмечаются только 18–26% форм).

Как сейчас выясняется, эндемизм отдельных групп в определенной мере связан с различным характером развития фаун Тихоокеанского и Атлантического бассейнов. По данным Е.Ф. Гурьяновой, аркто-атлантическим районам более свойствен "линейный" тип формирования, характеризующийся последовательным развитием

видов. В противоположность этому в тихоокеанских районах отмечается "букетный" тип развития со свойственными для него параллельными рядами видов (Гурьянова, 1957). Монографическое изучение отдельных групп позволяет иллюстрировать сказанное. Очень выпукло это удалось показать, например, А.Н. Голикову, который анализировал род *Neptunea* (Голиков, 1963). Весьма четко это же раскрывается при сравнении рода *Yoldia* тихоокеанского сектора (Гладенков, 1970а, 1972б), где преобладал, видимо, "букетный" тип развития, приведший к расцвету рода, и атлантического региона, в котором превалировал "линейный" тип развития.

Природа данного обстоятельства не совсем ясна; причины относительного богатства комплексов Тихого океана и их специфический тип развития объясняют обычно более древней историей развития той или иной группы в Тихом океане и, с другой стороны, — большим количеством экологических ниш в этом районе. Последнее обстоятельство обусловлено, в частности, большой площадью Тихого океана и более разнообразными условиями жизни морских организмов, нежели в Атлантике. Как известно, значительная часть Тихого океана приходится на молодые геосинклинальные системы, в процессе развития которых образовались и образуются краевые моря и глубоководные желобы, широкие шельфовые зоны и узкие проливы, гирлянды островов и многочисленные бухты. Разные скорости и различный характер осадконакопления (в одних местах — быстрое накопление мощных толщ грубых осадков, в других — формирование осадков в относительно спокойной обстановке, в третьих — поступление значительного количества вулканического материала и т.д.), различный характер прогревания морских вод на разных типах шельфа, сложная система морских течений, существенно влияющих на расселение обитателей моря, наличие большого числа физических барьеров в Тихоокеанском бассейне — все это, безусловно, сказывается на особенностях развития морских организмов и в значительной степени определяет специфику тихоокеанских ассоциаций.

Вместе с тем, несмотря на определенные отличия комплексов разных акваторий, можно отметить и черты их сходства (Берг, 1918). Анализ например, отряда *Dysodonta* дальневосточных морей (Скарлато, 1960) показал, что наряду с эндемиками здесь присутствуют виды аркто-бореальные, т.е. развитые в Арктике и северных морях Тихого и Атлантического океанов (*Dacrydium vitreum*, *Crenella decussata*, *Musculus niger*, *M. discors*), и бореальные, точнее, амфибореальные, т.е. распространенные в умеренных широтах двух океанов, но отсутствующие в арктических и тропических районах — *Modiolus modiolus*, *Mytilus edulis*, *Chlamys islandicus*.

Наличие широко развитых в Северном полушарии форм *Nucula tenuis*, *Nuculana pernula*, *Yoldia limatula*, *Crenella decussata*, *Macoma calcarea*, *Clinocardium ciliatum*, *Mya arenaria*, *Mya truncata*, *Chlamys islandicus*, *Tridonta borealis*, *Serripes groenlandicus*, *Gomphina fluctuosa* и др., безусловно, облегчает сравнение комплексов разных районов. Особенно много таких видов находится среди биоценозов трофической зоны собирающих детритофагов (Кузнецов, 1964).

Обращают на себя внимание некоторые особенности расселения аркто-бореальной фауны у арктического побережья Евразии. Двустворчатые моллюски этого региона тесно связаны с фауной Северной Атлантики, которая оказывала и оказывает огромное влияние на формирование и общий облик комплексов северных морей (Филатова, 1957).

Роль иммигрантов из Берингова моря и Тихого океана здесь относительно невелика, и их влияние ограничивается по существу южной частью Чукотского моря (*Astarte polaris*, *Clinocardium californiense*, *Cl. corbis*, *Prothotaca staminea*, *Spisula alaskana* и др.). Тихоокеанские виды доходят лишь до восточной части Восточно-Сибирского моря и только относительно редкие арктические подвиды — до Новосибирского мелководья. В то же время североатлантические (по своему происхождению) формы распространены гораздо шире (*Yoldiella persei*, *Y. frigida*, *Propeamussium groenlandicus*, *Lima hyperborea*, *Tridonta elliptica*, *Lyonsiella abyssicola*, *Cuspidaria glacialis*). Многие из них "проходят" далеко на восток, до Новосибирского мелководья; некоторые же формы достигают даже северных частей Чукотского моря. Бросается в глаза большая роль Новосибирского мелководья

в распределении фауны северных морей. По существу, оно является порогом, разделяющим "западные" комплексы (с преимущественным развитием атлантических по происхождению форм) и "восточные" комплексы (с тихоокеанскими видами). Какис-либо примеры, когда виды восточного происхождения пересекли названное мелководье на запад, практически отсутствуют. Объяснения этому находят в современном гидрологическом режиме (в частности, в преобладании системы морских течений восточного направления) и в геологической истории этого района (как предполагают, в конце неогена к северу от Новосибирских островов существовало поднятие дна — хребет Ломоносова, разделявший соседние моря). Вместе с тем мелководье входит в зону развития опресненных вод (на карте зоогеографического районирования Арктики Е.Ф. Гурьяновой она выделяется в самостоятельную солонатоводную провинцию), и именно к этому району арктического океана относится мощное развитие арктических льдов, которые лишь на очень короткое время освобождают прибрежные участки выдающейся к северу суши (рис. 29, 30). Опресненность (особенно тогда, когда она сочетается с "ледовостью") является, видимо, серьезным барьером для распространения многих бентосных видов (если, например, представители *Portlandia* могут существовать в опресненных водах, образуя ряд подвидов, на что обратил в свое время внимание Н.А. Мосевич (1928), то многие формы, такие как *Propeamussium groenlandicum* и другие, не выдерживают опреснения).

Сравнительный анализ ископаемых комплексов Северной Атлантики и северной части Тихого океана показывает, что в плиоцен-плейстоцене этих двух бассейнов имеется ряд общих форм. Хотя количество общих видов относительно невелико, оно, видимо, соизмеримо в общем с пропорцией, свойственной современным комплексам¹. Это, конечно, облегчает непосредственное сравнение комплексов разных акваторий. Как указывалось выше, тихоокеанские мигранты появляются в Северной Европе с зоны *Serripes* Исландии и Красного Края Англии. Среди них: *Clinocardium ciliatum*, *Macoma calcarea*, *M. obliqua* (= *M. incongrua*), *Modiolus modiolus*, *Musculus niger*, *Mya pseudoarenaria*, *Serripes groenlandicus*, *Buccinum ex gr. in exhaustum*, *Natica clausa*, *Neptunea decemcostata* и другие (в зоне *Serripes* они составляют более 20% комплексов).

В более высоких горизонтах — Брейдавике Исландии и верхах Исена Англии — тоже отмечаются виды тихоокеанского происхождения: *Nucula tenuis*, *Nuculana reticula*, *Tridonta borealis* и другие (в Брейдавике их около 5–10% от общего числа форм).

К сожалению, многие из названных видов имеют достаточно большой возрастной диапазон и начинают встречаться в Тихоокеанской области в миоцене. Например, *Macoma calcarea*, *Hiatella arctica*, *Mya truncata*, *Serripes groenlandicus*, *Natica clausa* и др. Однако, с другой стороны, *Nucula tenuis*, *Yoldia ex gr. hyperborea* — *myalis*, *Macoma obliqua* (= *M. incongrua*), *Clinocardium ciliatum*, *Musculus niger*, *Admete southouyi*, *Neptunea ex gr. lyrata* — *decemcostata* и другие имеют, видимо, более узкий диапазон; и в тихоокеанских и атлантических разрезах они появляются на плиоценовом уровне. Это же относится к группам *Portlandia* и *Tridonta borealis*, появление которых характерно только для "эоплейстоцена" — Брейдавика и возрастных аналогов тусатувалямских слоев.

Одновременно в плиоцен-плейстоцене Северной Пацифики появляется ряд видов атлантического происхождения (в частности, *Arca boucardia* — *tetragona*, *Chlamys islandicus*, *Portlandia arctica*, *Thyasira flexuosa* — *gouldii*, *Molleria costulata*) (Durham, MacNeil, 1957).

Отмечая наличие тихоокеанских мигрантов в Атлантике и атлантических — в Тихом океане, нельзя пройти мимо одной яркой особенности фауны позднейкайнозойского времени: количество видов, проникших из Тихого океана в Атлан-

¹ Коэффициент общности для комплексов Исландии и севера Тихоокеанской области выглядит следующим образом: для горизонта 1 (зоны *Tapes* — *Mastra* и энемтенская свита) — 0,05, для горизонта 2 (зона *Serripes* и берингийские слои) — 0,18, для горизонта 3 (Брейдавик и тусатувалямские слои) — около 0,15.

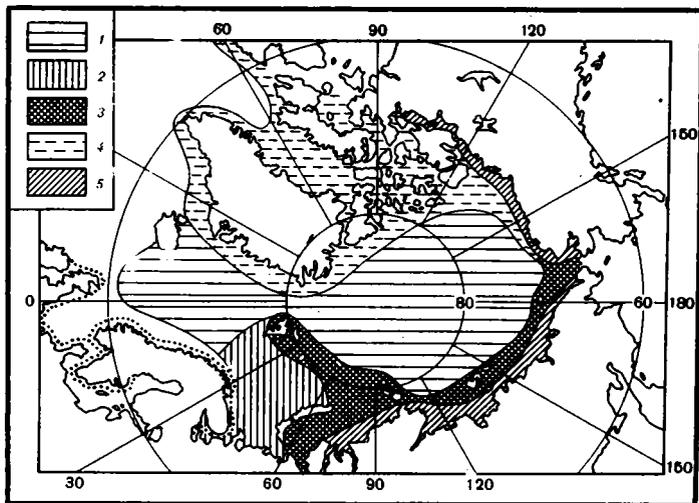


Рис. 29. Зоогеографическое районирование Арктической области, Г. Горбунову и Е.Ф. Гурьяновой, с изменениями (Зенкевич, 1963)

Подобласти: 1 – абиссальная арктическая, 2 – нижнеарктическая мелководная, 3–5 – высокоарктическая мелководная (провинции: 3 – Сибирского района, 4 – Североамериканско-Гренландского района, 5 – солоноватоводная); точками показано распространение на север и восток литоральной фауны

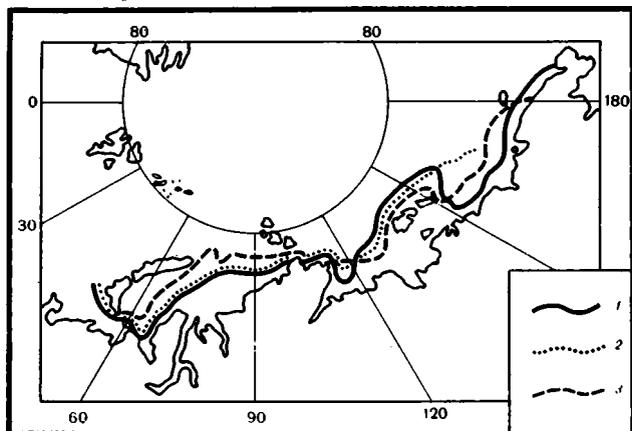


Рис. 30. Границы распространения некоторых моллюсков и ракообразных в северных районах (Зенкевич, 1963)

1 – северная граница распространения *Portlandia arctica* (солоноватоводная провинция); 2 – южная граница распространения *Propeamussium groenlandicus*, по Горбунову (морская провинция); 3 – северная граница распространения солоноватоводных планктонных ракообразных (*Limnocalanus grimaldi* и *Drepanopus bungei*, по В. Богорову

тический, значительно выше числа форм, мигрировавших из Атлантики в Тихоокеан. По подсчетам Дарема и МакНейла (возможно, не совсем точным, но, в принципе, отражающим общую тенденцию), в позднем кайнозое в Атлантику из Тихого океана проникло более 125 видов (в Исландии, по данным этих исследователей, появилось 32 вида тихоокеанского происхождения).

В то же время в Тихий океан мигрировало только 16 видов атлантического происхождения. Соотношение 125 : 16 наглядно свидетельствует о преимущественной направленности миграции из Тихоокеанского бассейна в Атлантический. Правда, названные авторы считают, что частично миграция фауны началась уже в позднем миоцене, однако этот вопрос остается открытым (убедительные данные пока отсутствуют).

Несмотря на определенное сходство в составе ископаемых комплексов разновозрастных горизонтов Северной Атлантики и северной части Тихого океана, следует признать, что оно все же не очень велико. С одной стороны, содержание общих форм в них относительно невысоко, с другой – общие формы часто имеют достаточно широкий возрастной диапазон (см. гл. II). Но помимо сходства видового состава, плиоцен-плейстоценовые горизонты обнаруживают близость в характеристиках комплексов в отношении содержания вымерших форм и биогеографического типа древних ассоциаций. Вместе с тем горизонты имеют тождественные палеогеографические и палеомагнитные характеристики (рис. 31, вкл.).

При анализе соотношения вымерших и живущих форм в комплексах Северной Атлантики и северной части Тихого океана выделяется определенная тенденция: более молодые комплексы содержат меньше вымерших видов, чем древние. В комплексах Исландии вымершие виды составляют соответственно: 40% – горизонт 1; 23% – горизонт 2; 4–8% – горизонт 3 и 0 (горизонт 4). Подобные соотношения свойственны и английским горизонтам (36 : 28 : 12 : 0)². На Камчатке тоже отмечается уменьшение числа вымерших видов вверх по разрезу: от 78% в эрмановской свите, 30–40% в энметенской свите (горизонт I), 30% в берингийских слоях (горизонт 2) до 6,5 – 13% в тусатувайских слоях (горизонт 3) и 0% (горизонт 4). Подобным же образом меняется содержание вымерших видов в Северной Японии (Uozumi, 1962) и Северной Америке (рис. 32).

Безусловно, выводы о соотношении вымерших и ныне живущих форм в древних комплексах разных районов требуют осторожности, ибо на формирование комплексов влияло много разнообразных факторов, в частности фациальная обстановка и климатические условия. Выявление данного соотношения затрудняется также из-за отсутствия в литературе полного аналитического материала (подсчета вымерших форм в древних ассоциациях и т.д.) для всех основных разрезов того или иного региона. Между тем увеличение числа проанализированных с этой точки зрения разрезов и, что очень важно, изучение разрезов, характеризующих различные фации определенного возрастного интервала, могли бы привести к более достоверному определению содержания вымерших форм в комплексах прошлого (в ряде случаев дополнительные затруднения в подсчете возникают из-за недостаточно разработанной систематики данной группы).

Однако, несмотря на некоторую “средненность” приведенных значений, они, видимо, достаточно верно отражают общую тенденцию изменения данной характеристики древних комплексов.

Если сравнивать по перечисленным показателям горизонты Атлантики и Тихого океана, то можно отметить определенное соответствие четырех горизонтов Атлантики четырем горизонтам Тихоокеанского района. Действительно, верхний горизонт с современной фауной выделяется в пределах Северного полушария очень четко. Второй сверху горизонт с несколькими вымершими формами прослеживается в бореальных районах тоже хорошо. Наконец, подстилающие горизонты выделяются в двух областях также достаточно уверенно. Все это позволяет наметить единые для бореальных районов стадии, или этапы, развития комплексов моллюсков.

Сходство соответствующих горизонтов двух названных бассейнов в отношении пропорции ныне живущих и вымерших форм, видимо, не является случайным и отражает общую закономерность изменения органического мира Земли в плиоцен-плейстоценовое время.

В пользу этого свидетельствует также закономерный характер изменения биогеографической характеристики комплексов названных горизонтов. Если горизонт 1 Атлантики характеризуется южнобореальным комплексом моллюсков (Кораллиновый Краг и его аналоги), а сменяющий его горизонт 2 (зона *Serrites* с эквивалентами) включает комплекс бореального типа, то для перекрывающего их горизонта 3 (Брейдавик) характерными являются виды северобореального и арктического

² К сожалению, в литературе почти отсутствуют подобные материалы по кайнозою Средиземноморья. Интересно отметить, что, по последним данным Капротти (Caprotti, 1973), итальянский плиоцен-плейстан содержит до 50% вымерших форм.

Рис. 32. Изменение количества вымерших видов моллюсков в плиоцен-плейстоценовых комплексах бореальных районов

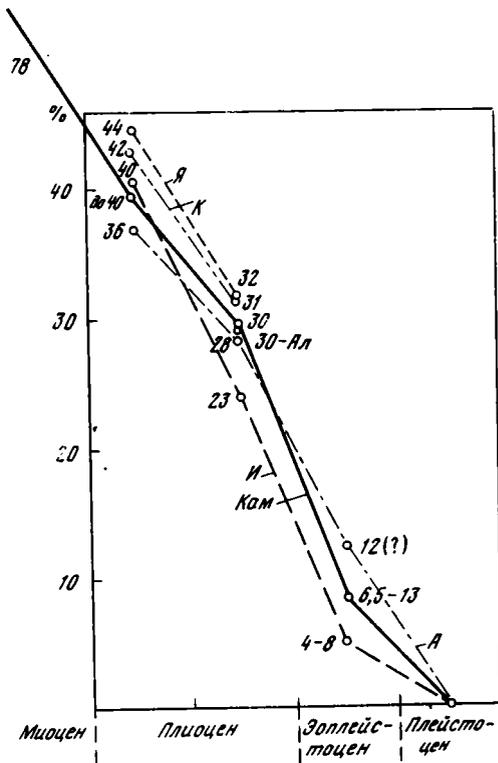
И — Исландия, А — Англия, Кам — Камчатка, Я — Япония, К — Калифорния, Ал — Аляска

типов (с *Portlandia intermedia*, *Mascoma balthica*). Сходная картина отмечается и в северной части Тихого океана. Энемтенский горизонт 1 представляется относительно теплым, так как он содержит южнобореальный комплекс моллюсков. Для горизонта 2 типичными являются бореальные формы. Что касается горизонта 3, то он охарактеризован фауной северобореального типа. Таким образом, налицо имеется определенная тенденция: в бореальных районах двух океанов во времени происходит сходная и вполне закономерная смена комплексов. Относительно "теплые" комплексы горизонта 1 (южнобореального типа) сменяются более "холодными" бореальными комплексами 2, которые далее замещаются комплексом северобореального типа горизонта 3.

Сходный, параллельный характер изменения комплексов малакофауны разных биогеографических областей (Тихого и Атлантического океанов) является не случайным. Он, видимо, отражает общие закономерности изменения органического мира Мирового океана и связан с событиями планетарного масштаба, в частности с климатическими изменениями в прошлом. Специфика и сходство комплексов названных областей являются следствием особенностей развития двух древних экосистем (Красилов, 1974), где однотипные воздействия вызывали похожие, хотя и не полностью тождественные, изменения комплексов, что и позволяет намечать определенные уровни их смены.

В донных осадках Атлантики и Тихого океана на этих же уровнях происходит смена комплексов фораминифер. На границе 1-го и 2-го горизонтов в Северной Атлантике *Globigerina crasaformis* сменяется *Globorotalia inflata*, а в Тихом океане сравнительно тепловодный комплекс с *Globorotaloides suterae*, *G. cf. subcretacea* замещается ассоциацией с *G. pachyderma*. На рубеже 2-го и 3-го горизонтов в Атлантике исчезает *Globigerina atlantica*, а в Тихом океане (Япония) *Globorotalia tosaensis* сменяется *G. truncatulinoides*.

Параллельно с этим в разрезах Северной Атлантики и северных районов Тихого океана на определенных возрастных уровнях отмечаются следы похолоданий, которые могут использоваться в качестве коррелятивов. Как показывает анализ разрезов, толщи, отражающие эти похолодания, занимают сходное положение в стратиграфических колонках не только бореальных, но и арктических районов. Следы первого похолодания приурочены к подошве горизонта 2 (подошва Красного Крага — зона *Settipres* в Атлантике и берингийского уровня в Тихом океане). Здесь не только появляются относительно холодноводные комплексы, но и отмечаются тиллиты и палагонитовые туфы (или их аналоги) — в Исландии, галька ледового разноса — в донных осадках Атлантического и Арктического океанов. Во всех бассейнах следы этого похолодания показывают, что оно произошло около 3 млн. лет назад.



На возрастном уровне около 1,8 млн. лет (начало горизонта 3 в обоих океанических бассейнах) отмечаются следы второго, более существенного похолодания. В Европе оно фиксируется не только появлением относительно холодолюбивых комплексов морских фаун (Калабрий в Италии, верхи Исена в Англии, Брейдавик в Исландии), но и развитием ледниковых толщ в исландских широтах, ледниковой гальки в донных осадках Северной Атлантики и Арктики. В Тихоокеанском регионе, на Аляске, к этому уровню, видимо, приурочены следы айронского оледенения и появление "холодных" комплексов фауны и флоры; на Камчатке также появляются "холодные" ассоциации моллюсков и растений (ольховская свита и тусату-ваймские слои).

Наконец, с уровня 0,7 млн. лет во всех областях очень четко отмечаются следы наиболее значительных похолоданий и климатических флуктуаций: тиллиты в Исландии и Англии, галька в океанических осадках Атлантического, Северного Ледовитого и Тихого океанов, ледниковые образования Арктического сектора (колвинского (?), пинакульского уровня и более молодых толщ) и северной части Тихого океана (карагинские и более молодые слои). В Арктике и Северной Пацифике на этом уровне получают развитие популяции синистральных форм *G. pachyderma* (более 90%).

Однако сходство горизонтов не ограничивается перечисленными свойствами. Сравнимые подразделения обнаруживают идентичность и в палеомагнитных характеристиках.

Практически во всех разрезах бореальных районов к подошве горизонта 4 приурочена граница палеомагнитных зон Брюнес — Матуяма (0,7 млн. лет). В Англии она проходит в верхах Кромера, в Исландии — в базальтах, перекрывающих слои Брейдавика, на Камчатке — в верхней части ольховской свиты. В то же время она отмечается в донных осадках Атлантического, Арктического и Тихого океанов. Именно с этого уровня начинаются крупные похолодания в Северном полушарии, отразившиеся в образовании ледниковых толщ и смене комплексов моллюсков и фораминифер. Вместе с тем в горизонте 3 Атлантики и Тихого океана отмечаются палеомагнитные эпизоды — Харамильо и Гилза. Особенно важным для корреляции является уровень Гилза. К подошве этого эпизода приурочена нижняя граница зоплейстоцена (1,8 млн. лет). В Италии ему соответствуют нижняя часть Калабрия и граница двух зон — *G. tosaensis* и *G. truncatulinoides*. В Англии этот уровень попадает в среднюю часть Исена (Бавент, Пастон). В Исландии он находится в базальтах, разделяющих зону *Serripes* и слои Брейдавика. Повсеместно в европейских разрезах, так же как и в донных осадках Арктики и Атлантики, на этом уровне отмечаются следы относительного похолодания (тиллиты в Исландии, галька в донных осадках, появление относительно "холодных" фаун и флор в Англии и Италии и существенная смена палеонтологических комплексов во всех других бореальных районах). В пределах Тихого океана эпизод Гилза в осадочных толщах выделяется пока менее уверенно. Он, по всей видимости, приурочен к нижней части ольховской свиты Камчатки и прослеживается в ряде формаций Японии (группа Осака, Казуса (Itihara e.a., 1973)). К этому уровню в океанических осадках Северо-Тихоокеанского региона и в толщах Японии, подобно другим районам нашей планеты, приурочена граница зон *G. tosaensis* и *G. truncatulinoides*. Более низкие горизонты в палеомагнитном отношении охарактеризованы слабее. Достоверность выявления определенных эпизодов здесь, видимо, более низкая. Можно только отметить, что в горизонте 2 в ряде случаев фиксируется середина палеомагнитной зоны Гаусс (два отрицательных эпизода на фоне положительной зоны) и что верхняя граница горизонта 1 почти совпадает с рубежом между зонами Гаусс и Гилберт (около 3 млн. лет).

Таким образом, из сравнения горизонтов вышеназванных областей видно, что эдновозрастные "пары" подразделений имеют много общего. Это дает основание сделать несколько выводов.

Во-первых, как было показано, сходство соответствующих горизонтов отражается, в частности, в определенной близости характеризующих их комплексов моллюсков. Из этого следует, что комплексы указанной группы могут использо-

Сопоставление неогеновых отложений открытых и полузамкнутых бассейнов

Возраст, млн. лет	Средиземноморье (Братислава, 1975)		№ зоны (Blow, 1969)	Центральный Паратетис *	Восточный Паратетис *	Северная часть Тихого океана *	Северная Атлантика *			
1,8	Плейстоцен Калабрий		23	Плейстоцен	Бакинский		Кромер Верхи Исена			
			22		Апшерон			Тусатуваямский		
5-7	Плиоцен	Пьяченцо (Астий-Плезанс)	21	Румыний	Акчагыл	Берингийский	Нижняя часть Исена Красный Краг			
		Тобиано (=Занклиен)	20					Куяльник		
			19					Киммерий	Энемтенский	Кораллин- вый Краг
11-13	Верхний	Мессиний	17	Паннон	Мэотис	Эрмановский	Глиммертон			
								Тортон	16	Сармат	Верхний
		Средний	Серраваллий	15	Сармат			Сармат	Средний	
										Лангий	14	Сармат	Нижний
16-18	Нижний	Бурдигал	9	Бадений	Тортон	Этолонский- Какертский Камчатский	Лингден- Рейнбекский			
		Аквитан	8	Карпатий	Тархан					
			7					Оттнангий	Коцахур- "Гельвет"	
23-24	Палеоген		21-22	Эгерий	Средний майкоп	Утхолокско- вивентекский	Фирлендер- ский			
								6	Эггенбургий	Сакарул- "Бурдигал"
								5		?
			20		Соленовский	Мачигарский	Хатт			

* Предполагаемая корреляция.

ваться не только для построения региональных стратиграфических схем (в их разработке, как указывалось выше, моллюски являются одной из ведущих групп), но и в ряде случаев — для более широких корреляций. Этот вывод в определенной мере опровергает распространенное в литературе скептическое мнение о практической невозможности использовать ископаемые комплексы моллюсков для сколько-нибудь широкого сопоставления осадочных толщ.

. Во-вторых, из сравнения горизонтов вытекает, что совокупность данных по составу комплексов и их биогеографической характеристике, палеомагнитным и палеоклиматическим материалам позволяет с достаточной мерой достоверности коррелировать ряд горизонтов верхнего кайнозоя Северной Атлантики с соответствующими подразделениями севера Тихого океана даже при отсутствии планктонных комплексов зональной шкалы. Конечно, при такой корреляции могут быть и слабые места, но отрицать принципиальную возможность создания вариантов подобных сопоставлений, видимо, нельзя. Коррективы, которые постоянно шлифуют эти корреляции, новые данные, помогающие освещать те или иные неясные вопросы (в том числе и данные по стратиграфической увязке бентосных и планктонных комплексов), — все это является залогом создания более реальных стратиграфических схем, которые в геологическом изучении борéalных районов могут быть использованы в качестве самой серьезной основы.

В связи с рассмотренными вопросами определенный интерес вызывает сравнение горизонтов открытых океанических бассейнов с горизонтами замкнутых и полузамкнутых бассейнов, в частности, Понто-Каспия. Как известно, в Понто-Каспий-

ком районе существует дробная стратиграфическая схема неогена, заложенная классиком отечественной геологии Н.И. Андрусовым. Она была построена на выделении региональных горизонтов, каждый из которых имеет четкую палеонтологическую характеристику. Уже давно В.В. Меннером (1962) было замечено, что количество подразделений этого района значительно превосходит число подразделений, выделяемых в других регионах и, в частности, на севере Тихоокеанской области. В свете новых данных по корреляции понтокаспийских разрезов СССР с "переходными" разрезами Центрального Паратетиса и толщами Средиземноморья можно конкретно оценить эту разницу (Невеская и др., 1975). В Понто-Каспийском районе в неогене выделяются 14–15 подразделений. В Центральном Паратетисе число их сокращается до 10. Напомню, что в северной части Тихого океана их только семь. Вместе с тем в зональной шкале на неоген, по В.А. Крашенинникову, приходится семь зон (зоны № 4–21, по Блоу). Из этого следует, что количество стратиграфических подразделений, выделяемых по бентосным комплексам, в полузамкнутых бассейнах практически в два раза превышает количество горизонтов открытых бассейнов. В табл. 34 слева приведен новый проект шкалы неогена, который обсуждался на VI Конгрессе по стратиграфии неогена Средиземноморья в г. Братиславе в 1975 г. Анализ шкалы показывает, что в определении объема подразделений имеются значительные расхождения.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПАЛЕОГЕОГРАФИИ

Приведенные выше материалы позволяют перейти к анализу некоторых общих проблем палеогеографии позднего кайнозоя северных районов и прежде всего проблемы физических мостов, миграции фауны и палеоклимата. Такое рассмотрение представляется целесообразным, потому что обычно эти вопросы разбираются в литературе сравнительно поверхностно, а освещение некоторых из них имеет большое методическое значение для решения не только научных, но и практических задач.

ПРОБЛЕМА ФИЗИЧЕСКИХ МОСТОВ (МОСТ ТУЛЕ, БЕРИНГИЙСКИЙ МОСТ)

Хотя проблема мостов обсуждается в литературе относительно давно, последние материалы, собранные как по суше, так и в океанах, позволили взглянуть на нее с новых позиций. О повышенном интересе к данному вопросу свидетельствует, в частности, тот факт, что недавно в г. Хабаровске (1973 г.) был созван специальный Международный симпозиум по проблеме Берингийской суши, а в литературе появился целый ряд работ, посвященный именно проблеме мостов.

Изложенные выше материалы позволяют прежде всего коснуться истории Берингийской суши. Проблема Берингии, сыгравшей, как известно, большую роль в расселении древних (морских и наземных) фаун, дискутировалась с давнего времени (Бюффон, Паллас, Миддендорф, Кобельт и др.), но только в последние десятилетия, после анализа древних флор, фаун и палеогеографических материалов Северной Азии и Северной Америки, она получила достаточно всестороннее освещение.

Из анализа геологических данных следует, что Берингийский мост функционировал большую часть миоценового времени и только в позднем миоцене, по мнению Гопкинса (Hopkins, 1972), Дарема и МакНейла (Durham, MacNeil, 1967), на короткий период он был "разрушен". В дальнейшем (т.е. в плиоцен-плейстоцене) Берингийский мост затоплялся, видимо, неоднократно. Имеющиеся в нашем распоряжении материалы по Северной Атлантике позволяют расшифровать одну из интереснейших страниц плиоценовой истории Берингова пролива (Гладенков, 1973б,в). Как указывалось выше, в разрезах плиоцена Исландии, Англии и Нидерландов (зона *Serrites*, низы Красного Крага и их аналоги) появляется значительное количество

³ По нашему мнению, для утверждения о разрушении моста в позднем миоцене пока еще недостаточно данных.

видов тихоокеанского происхождения (они составляют до 20–25% фауны зоны *Serripes*). Отсюда можно сделать вывод, что именно в плиоценовое время Берингийский мост был разрушен и моллюски из Тихого океана получили доступ в арктические и североатлантические воды.

Судя по приуроченности основания зоны *Serripes* к возрастному уровню 3 млн. лет, можно предполагать, что именно в это время произошло затопление Берингийского моста, которое оказало чрезвычайно важное влияние на формирование североатлантической биоты. Последние материалы по Аляске (Hopkins, 1972) и Камчатке (Гладенков и др., 1972) показывают, что в северной части Тихого океана в это время наступила достаточно широкая берингийская трансгрессия, следы которой остались не только южнее Берингова пролива (берингийские слои Аляски, усть-лимимтэваяские слои Камчатки), но и на северном побережье Аляски (плиоценовые осадки района Кивалина и, видимо, Картер Крика, которые имеют сходную палеонтологическую характеристику с берингийскими отложениями).

В последние годы некоторые исследователи, и прежде всего Штраух (Strauh, 1970), стали возрождать взгляды Гумбольдта и Арльда (Arlt, 1919–1922) о существовании в прошлом другой континентальной перемычки – в пределах Северной Атлантики, по линии Шотландия – Фарерские острова – Исландия – Гренландия – Америка. Для обоснования этой перемычки, или моста Туле, привлекаются, с одной стороны, данные по наземным и пресноводным фаунам, для которых она служила собственно "мостом" между Европой и Америкой, с другой – сведения по морским древним фаунам, для которых эта суша выступала в качестве барьера.

Существуют сведения, что многие группы млекопитающих могли распространяться по североатлантическому пути уже в раннетретичное время (Флеров и др., 1974; Kurten, 1966; Osborn, 1910). В пользу того же говорят данные и по пресноводным организмам (например, в эоценовых песчаниках Восточной Гренландии были найдены остатки гастропод *Palaeorlandina Wenz*, которые известны только в Европе). Палеофлористы тоже усматривают возможность связи Нового и Старого Света в это время (Буданцев, 1970).

Больше разногласий имеется в отношении существования этого моста в позднем кайнозое. Во многих работах прошлых лет высказывается предположение, что единственным путем миграции наземных фаун из Евразии в Америку и обратно была Берингийская суша, существование которой в прошлом практически никем не оспаривается. Однако в последнее время все чаще обсуждаются материалы, которые свидетельствуют о существовании и североатлантического пути. При этом, конечно, особый интерес представляют данные по тем группам, которые, встречаясь в Европе и Америке, не отмечаются в Азии, что, таким образом "снимает" участие Берингийской суши в обмене фаун разных континентов. Например, материалы по олеацинидам (хищные брюхоногие моллюски) показывают, что эта группа, возникшая в мелу Европы, отмечается в эоцене Гренландии, затем появляется в миоцене Флориды (в Европе она в конце миоцена вымерла) и получает свое развитие в Америке в квартере. Подобные материалы приводятся и в отношении некоторых других групп – наядовых, черепах и пр. Так, черепахи *Chelydridae*, появившиеся в олигоцене Европы, вымерли там в раннем плейстоцене, но в то же время они широко распространились в Америке. Согласно ряду авторов, изучавших черепаха, переход последних из Европы в Америку мог быть совершен не раньше, чем в миоцене.

Интересные данные сообщаются сейчас по крупным млекопитающим. Как показал В.И. Жегалло (1973), в обмене этой группы Старого и Нового Света можно наметить три этапа: раннемиоценовый, средне-позднемиоценовый и средне-позднеплиоценовый. Как один из наиболее возможных вариантов для первого этапа допускается миграция через Северную Атлантику и приатлантические районы Арктики. Что касается последующих этапов, то однозначные свидетельства в пользу трансатлантического или берингийского варианта отсутствуют. Однако представители последних этапов – обитатели открытых ландшафтов, и, по В.И. Жегалло, трудно представить их прохождение через Восточно-Сибирскую флористическую провинцию, покрытую лиственно-темнохвойными лесами. Миграции *Hipparion*, *Equus*, некоторых

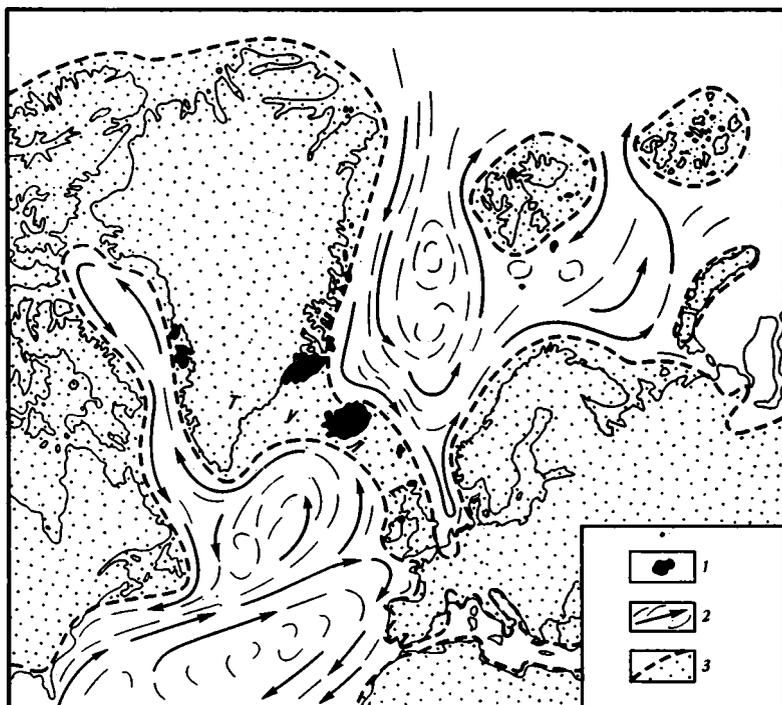


Рис. 33. Предполагаемое распространение суши и моря в конце третичного времени и положение перешейка Туле (Strauch, 1970, с упрощениями)

1 — базальты провинции Туле; 2 — предполагаемые морские течения; 3 — предполагаемая суша и ее граница

хоботных и верблюдов представляются более вероятными через Северную Атлантику. К тому же для форм, обитавших не севернее 50° с.ш., атлантический вариант выглядит более естественным.

В свете развернувшихся дискуссий по-новому предстают сейчас предположения Осборна (Osborn, 1910) и других о миграциях млекопитающих между Старым и Новым Светом в неогене, высказанные более 60 лет назад. По Осборну, наличие в нижнем и среднем миоцене общих для названных областей *Anchitheres*, *Tapiers*, *Rhinoceroses*, *Chalicotheres*, *Canids*, а также верхнемиоценовый гиппарионовой фауны показывает, что между европейскими и американскими континентами в прошлом существовали сухопутные связи. При этом в палеогеографических реконструкциях в качестве наиболее вероятного рассматривался вариант соединения Европы с Англией и более северными территориями (до Гренландии и Америки). Во всяком случае наличие в плиоценовых толщах Англии (Кораллиновый Краг, Красный Краг, Исен) остатков млекопитающих красноречиво говорит о сухопутных связях Англии с европейским континентом в плиоцене.

Для освещения проблемы моста Туле в последние годы Штраух обратился к анализу морских фаун Северной Атлантики. По его мнению, этот мост служил барьером для расселения морских организмов в третичное время, что привело к изоляции третичных фаун в "тунике" Северного моря (рис. 33). Лишь в плейстоцене этот барьер был разрушен и североморская фауна стала смешиваться с "кельтско-лузитанской". В пользу существования барьера в раннетретичное время, по Штрауху, свидетельствует наличие ряда групп, которые свойственны только Полярному и Северноморскому бассейну, но не отмечаются в других районах Атлантики (*Pygocardia praerustica*, *Chenopus gracilis* и др.). Отдельные виды некоторых родов (*Nuculana*, *Yoldia*, *Astarte*, *Pitar*, *Thracia* и др.) возникли и распространились в неогене, практически, только в Северном море (их можно, по Штрауху, считать европейскими эндемиками), и только в плейстоцене они проникли в другие районы. Древние фау-

ны Северного моря содержат больше эндемиков, нежели современные комплексы (в олигоцене Нидерландов их до 63,8%, в миоцене — 44,7%). По мнению Штрауха, связь этого бассейна вдоль побережья Атлантики с более южными бассейнами в прошлом отсутствовала, и некоторое передвижение фауны из Тетиса осуществлялось спорадически только через проливы Центральной Европы (Nordsieck, 1968)⁴.

Штраух указывает, что северные фауны Северной Америки (Richards, 1962) имеют относительно мало общих элементов с Североморским бассейном. Для суждения о гипотетическом мосте он привлекает и исландские материалы. Среди нескольких десятков видов плиоценовых моллюсков Исландии практически отсутствуют какие-либо формы восточно-американского происхождения, хотя с помощью морских течений (например, Гольфстрима) фауна сюда могла заноситься. Вместе с тем в плиоценовых толщах Исландии (а также Англии, Нидерландов и Бельгии), как говорилось выше, появляется комплекс моллюсков тихоокеанского происхождения, который, присутствуя в Северноморском бассейне, отсутствует до плейстоцена в других, в том числе и американских, районах Атлантики (представители тихоокеанских *Acila*, *Serripes*, *Clinocardium*, *Mya*, *Buccinum*, *Macoma*, *Musculus*). В свою очередь комплексы более южных районов Атлантического побережья тоже отсутствуют в бассейне Северного моря до плейстоцена. Все это приводит к выводу, что в допозднеплиоценовое или дочетвертичное время Северноморский бассейн был отграничен от Атлантики каким-то барьером (мостом Туле, по Штрауху).

Однако не все исследователи принимают концепцию моста Туле. Часть из них допускает возможность существования "моста" только для отдельных отрезков кайнозоя, и конкретное время существования и "распада" этого барьера является предметом больших споров. Другие — "принимают" мост только для южной части предполагаемого барьера. Наконец, третьи считают, что мост Туле в кайнозой вообще отсутствовал (Шварцбах, 1955; Жинью, 1952).

Сейчас весьма трудно отдать предпочтение той или иной точке зрения. Отсутствие заметного обмена между третичными фаунами Северноморского бассейна и других районов Атлантики является достаточно серьезным аргументом в пользу существования в Северной Атлантике какого-либо барьера. Но какой барьер мешал миграции донной фауны в Северной Атлантике — физический или климатический, сказать с определенностью пока невозможно.

Не предвещая окончательного ответа на этот вопрос, отметим два обстоятельства. Во-первых, как показывает анализ миоценовых толщ Северной Европы, число видов моллюсков, которые отмечаются и в отложениях более южных районов Атлантики, несколько меняется во времени. Если нижнемиоценовые толщи ФРГ, ГДР, Бельгии и Дании содержат сравнительно много общих форм с южными толщами (в геммоорском горизонте он составляет до 40–50% комплекса) и характеризуются одновременно комплексом наннопланктона, отмечающимся также в опорных разрезах миоцена Аквитанского и Средиземноморского бассейнов, то средне-верхнемиоценовые толщи Дании и прилегающих районов характеризуются преобладанием эндемичных форм. Это обстоятельство можно рассматривать как свидетельство связи палео-Северноморского бассейна с южными в раннемиоценовое время и относительной изолированностью этого бассейна в среднем-позднем миоцене. Другими словами, если принимать гипотезу о мосте Туле, следует признать, что в нижнемиоценовое время он в каком-то месте был разрушен.

Вместе с тем, хотя верхнемиоценовые комплексы моллюсков Северного моря отличаются значительным эндемизмом, который может свидетельствовать в пользу существования моста Туле, находки остатков китовых в верхнемиоценовых толщах вблизи Антверпена (Abel, 1901, 1902, 1905) могут ставить вопрос о "разрывах" в этом мосту и в позднемиоценовое время.

⁴ В пользу этого свидетельствует то обстоятельство, что некоторые виды, встреченные в Северноморском бассейне, отмечены также в верхней части миоценовых толщ Венского бассейна (*Lima strigillata*, *Arca diluvii*, *Astarte triangularis*, *Laevicardium cyprium*, *Nassa serraticosta*, *Acteon tornatilis* и др.).

Что касается плиоценовой истории этого моста, то для ее освещения важными представляются сведения о том, что "тихоокеанские" формы, "прошедшие" в плиоцене с востока на запад Арктический океан, появились в Северном море со стороны Восточной Гренландии, ибо, как считают большинство ученых, миграция фауны шла по североамериканскому мелководному шельфу (в соответствии с направлением морских течений), а проливы Канадского архипелага были закрыты. В пользу того, что пра-Восточно-Гренландское течение (или его ветвь) могло выносить личинки моллюсков к Исландии, свидетельствует и нахождение в кластической части древних осадков этого района некоторых минералов (граната, андалузита и др.), которые связывают с размывом и переносом морскими течениями метаморфических пород Восточной Гренландии. Все это, конечно, косвенно свидетельствует в пользу существования моста Туле, вернее, наличия какого-то барьера между Гренландией и Исландией, хотя и сейчас это заключение остается все же недостаточно обоснованным.

Более убедительной представляется аргументация в отношении существования в прошлом южной части гипотетического моста. Ведь для того чтобы объяснить, почему плиоценовые мигранты Тихого океана от берегов Исландии попали в Северное море и не попали в Атлантику, юго-западнее Англии, логично предположить, что в прошлом существовал какой-то барьер, вдоль которого течение с севера доходило до Северного моря (отсюда понятно появление здесь тихоокеанских элементов) и который преграждал путь течениям с запада, в частности Гольфстриму (отсюда ясно, почему южноатлантические комплексы не получили широкого распространения в Северноморском бассейне). Был ли это континентальный мост или просто подводное поднятие (мелководье), сказать трудно. Но в пользу существования того или другого в какой-то мере свидетельствует нахождение в Исландии ряда европейских, относительно тепловодных, чисто литоральных и верхнесублиторальных форм, которые могли проникнуть в район Исландии, вероятнее всего, по мелководью (*Glucymeris*, *Patella*, *Littorina*, *Tritia* и др.). Именно поэтому Жинью, например, не отрицал возможности того, что в "краснокраговое" время связь Северного моря с Атлантикой могла прерываться.

Находки же остатков млекопитающих средневиллафранского типа в плиоценовых толщах Англии прямо говорят о существовании в прошлом сухопутных связей Англии с материковой частью Европы.

Конечно, если ориентироваться на существование барьера только в южной части моста Туле (т.е. между Исландией и Англией) и (или) на то, что мост являлся мелководьем (гирляндой островов) или распадался в разных частях в различное время, то многие спорные вопросы в отношении расселения древней биоты снимаются. В частности, можно предположить, что, хотя мелководный барьер служил фильтром для большинства донных организмов, тем не менее некоторые из них временами все же могли преодолевать барьер (с этим можно связать появление из Атлантики, например, *Mya arenaria* в Северном море).

Если принимать гипотезу о мосте Туле, то необходимо, естественно, определить время его распада. Нельзя сказать, что этот вопрос решается однозначно. Но появление некоторых североморских форм в более южных районах Атлантики (*Tridonta*, *Mya* и др. в Калабрии) и, наоборот, внедрение ряда атлантических видов в бассейн Северного моря в конце плиоцена — начале плейстоцена в какой-то мере может говорить о том, что к началу четвертичного периода (около 1,8 млн. лет назад) мост Туле был разрушен.

В последнее время большой интерес к палеонтологическим материалам, в той или иной мере освещающим вопрос о мосте Туле, проявляют тектонисты. Дело в том, что в связи с распространением новых представлений о геологическом развитии Североатлантической области, которые опираются на идеи глобальной тектонической гипотезы, высказанные ранее предположения о существовании древней платформы Туле (или моста Туле) в Северной Атлантике предстают в новом освещении (Муратов, 1961; Тораринсон, 1970; Strauch, 1970).

Возраст Атлантического океана в свете последних геологических материалов принимается сейчас как мезозойский. При этом Срединно-Атлантическому хребту

отводится роль центра расширения океанического дна. Исландия в этом случае представляется зоной пересечения атлантической шовной зоны и Аркто-Британского базальтового пояса Туле (Тораринсон, 1970). Хотя с Срединно-Атлантическим хребтом Исландию сближает наличие рифтовой зоны, некоторые особенности ее строения (наличие платобазальтов миоцена, залегание которых, как предполагают, не зависит от простирания рифтовой зоны, отличие глубинных "слоев" со скоростями распространения продольных сейсмических волн 6,2–7,1 км/с от "слоев", свойственных океанической коре, сравнительно большая мощность коры, проявление кислого вулканизма) отличают этот район от типичных рифтовых зон и океанических срединных хребтов. Судя по тому, что базальты северо-западнее и юго-восточнее Исландии древнее базальтов самой Исландии (в Гренландии, Шотландии и Северной Ирландии их возраст считается меловым или раннетретичным, на Фарерских островах получены значения радиологического возраста 50–60 млн. лет, в то время как возраст базальтов Исландии не древнее миоценового – до 13–16 млн. лет), позднекайнозойские процессы вулканизма ограничивались Центрально-Атлантической зоной, т.е. Исландией – Ян-Майен (Rasmussen, Noe-Nygaard, 1970; Moor bath e.a., 1968). Одновременно молодые вулканисты Срединно-Атлантической зоны отличаются от вулканистов других частей Туле своим составом: если, например, "древние" базальты Шотландии (судя по изотопам рубидия и стронция) связаны с сиалическим фундаментом, то "молодые" исландские базальты ведут свое происхождение от базальтовой магмы.

Все это, вместе взятое, позволяет некоторым исследователям предположить, что платформа Туле в прошлом действительно существовала, но в последующей геологической истории (конец кайнозоя?) в связи с проявлением процессов опускания океанического дна была разрушена. Хотя другие исследователи (Кау, 1969; и др.) склонны решающее значение в формировании вулканических толщ мезозоя-кайнозоя Северной Атлантики придавать непосредственно дрейфу (который, по их мнению, и привел к тому, что древние толщи "отодвинуты" сейчас далее от срединно-океанического хребта, чем молодые)⁵, однако новые данные по геофизике и бурению заставляют более внимательно относиться к обсуждению гипотезы о платформе Туле и в принципе не отвергают ее столь решительно, как это было несколько десятилетий назад. Вот почему палеонтологические материалы, в той или иной мере свидетельствующие о возможности существования барьера в Северной Атлантике в прошлом, встречаются сейчас с большим вниманием.

Обзор о физических мостах был бы неполным, если бы мы не сказали о еще одном барьере, который, судя по геологическим данным, мог играть в прошлом тоже заметную роль в расселении фаун арктических и бореальных районов. Последние геологические и географические материалы показали, что структура Северного Ледовитого океана отличается дисимметрией (Деменешкая, Карасик, 1971). Она выражается в типично океанической природе Евразийского бассейна (что связывается с расширением океанического дна от хребта Гаккеля в конце мезозоя – начале палеогена (?)) и в отличающемся от него по строению Американского бассейна. Предполагается, что Американский бассейн сформировался либо за счет погружения коры, либо за счет растекания дна от хребта Менделеева в далеком прошлом (палеозой?). При последней интерпретации хребет Гаккеля как новый центр расширения дна возник на втором этапе развития Северного Ледовитого океана. Дисимметрия проявляется и на материковых участках Арктики. Западный сегмент Арктики (Канада, Гренландия, Северная Европа, западная часть Сибири) характеризуется широко развитыми выходами докембрийского фундамента и относительно небольшой мощностью осадков, в то время как восточный сектор (восточная часть Сибири, Чукотка, Аляска) имеет глубоко погруженный фундамент, широкий шельф и большую мощность осадков. Западный сегмент развивался, начиная с докембрия, как относительно стабильная область с преобладанием восходящих движений; восточ-

⁵ Это отражено, например, на схемах дрейфа мезокайнозойского времени, построенных для Северной Атлантики Хэллером (Haller, 1969).

ный — с раннего палеозоя характеризуется почти сквозным геосинклинальным режимом с преобладанием опускания над поднятием. Таким образом, устанавливаются два достаточно различных плана современной структуры северной полярной области, один из которых ("материковый") заложен в последокембрийское время, а второй ("океанический") — значительно позже.

Для нас чрезвычайно важной является граница между Евразийским и Американским бассейнами, которая проходит по хребту Ломоносова.

Асейсмичность хребта, отсутствие в его пределах вулканизма, субплатформенное залегание пород (здесь выделяются два яруса осадков, разделенных угловым несогласием), субконтинентальный тип коры заставляют предполагать, что возникновение хребта связано с отторжением при разрастании дна фрагмента Евразийского материка, либо с развитием особой флексуры, возникшей на границе двух крупных кратонов (Деменецкая, Карасик, 1971). Существует мнение (Ю.Г. Киселев), что в недавнем прошлом значительная часть или весь этот хребет выходила на дневную поверхность (сейчас хребет возвышается на 3000 м над дном океана, ширина его 60—200 км). Можно предположить, что хребет Ломоносова в прошлом мог служить достаточно серьезным барьером на пути движения донной фауны — даже в период "открывания" пра-Берингова пролива. Не исключено, что тихоокеанская фауна, иногда получавшая выход в Американский бассейн в неогеновое время, преодолеть этот физический барьер часто не могла (может быть, за исключением некоторых форм, на появление которых в Атлантике указывали Дарем и МакНейл).

В настоящее время мы можем наблюдать, какую важную роль в расселении моллюсков играет Новосибирское мелководье. Оно выступает, с одной стороны, фильтром для атлантических форм в их распространении на восток, с другой — барьером для видов тихоокеанского происхождения, которые за это мелководье практически не переходят (Филатова, 1957). Значение хребта Ломоносова в прошлом, когда Арктический бассейн был значительно мелководнее, на что указывают многие ученые (Гурьянова, 1970; и др.), могло быть не менее, а более важным. И, по-видимому, не будет ничего удивительного, если верхнеогеновые осадки с элементами тихоокеанской фауны будут найдены в пределах нынешнего Амеразийского бассейна.

К физическим барьерам кайнозоя, помимо хребта Ломоносова, сейчас относят и гипотетическую перемычку Гренландия—Земля Франца Иосифа (Meyerhoff, 1973).

В определенной мере обсуждение этих вопросов затрагивает проблему происхождения Арктического бассейна. Некоторые исследователи (главным образом "мобилисты") часто высказываются за относительную молодость этого бассейна; например, Чуркин считает, что Арктика даже в начале кайнозоя была "закрыта" (Churkin, 1973). Другие геологи рассматривают Арктику как область, состоящую из двух гетерогенных частей — древней (восточной) — дотретичной и молодой (западной) — ранне- и позднетретичной (Ostenso, Wold, 1973). К сожалению, все эти гипотезы плохо обоснованы, так как они опираются лишь на интерпретацию далеко не полных геолого-геофизических данных и отрывочные радиологические определения горных пород. Кроме того, обсуждение вопроса о происхождении океана подменяется иногда вопросом об эволюции структуры земной коры, в частности о развитии коры океанического типа. Между тем морские бассейны не всегда прямо соответствуют "океаническим" участкам этой коры.

Стратиграфические материалы в отношении развития морских северных акваторий прошлого позволяют говорить о том, что морской бассейн в арктических районах существовал с более ранних времен, нежели это кажется исследователям, которые указывают на "молодость" Арктики. Например, нахождение юрских и меловых толщ в арктических районах Евразии и Северной Америки, а также близость юрских и раннемеловых фаун Восточной Гренландии, бассейна р. Печоры, восточного склона Урала и Таймыра, Чукотки и Канады показывает, что Арктический бассейн определенно существовал в мезозое (Сакс и др., 1971). Судя по общности морских фаун в прилегающих акваториях, он имел постоянные связи с Атлантикой и Тихим океаном. О наличии Арктического бассейна в позднем мелу свидетельству-

ют и данные по распространению иноцерамид в арктических и бореальных районах (Пергамент, 1969).

Палеогеновая и раннеогеновая история Арктики имеет пока много нерасшифрованных страниц. Широкое развитие в арктическом секторе континентальных угленосных толщ палеогена и неогена может свидетельствовать в целом в пользу относительного сокращения и, возможно, обмеления арктического бассейна. Близость ископаемых флор разных районов этого сектора убедительно говорит о вероятных сухопутных связях в прошлом. По мнению ряда исследователей (Буданцев, 1970; Friedrich, 1966; и др.), к началу палеогена относится формирование единой арктической флоры, повсеместно представленной сходной по типу листопадной широколиственной и широколиственно-хвойной растительностью умеренно-теплого (в эоцене) климата.

Сведения о морских отложениях третичного возраста пока весьма бедны. Палеогеновые образования с морской фауной известны лишь в отдельных районах: в Гренландии (восточная и западная ее части), где они принадлежат палеоцену — эоцену (Rosenkrantz, 1970; Brooks, 1973), и на Шпицбергене, где их относят к эоцену и олигоцену (Лившиц, 1973). Неогеновые морские толщи тоже развиты здесь сравнительно нешироко, но материалы по верхнему кайнозой Исландии, Северной Америки и Северо-Восточной Азии являются более детальными и достоверными, нежели по древним толщам, и поэтому позволяют более конкретно подходить к осмещению таких обычно труднорасшифровываемых сторон палеогеографии, как миграции фаун в древних бассейнах, изменение климата в прошлом и т.д. На основе изучения современной фауны Арктики, в частности выявления высокой степени эндемизма видов (он достигает 30—40% в шельфовых зонах и 90% в глубоководных котловинах), гидробиологи определенно высказываются за "древность" арктического океана, который в прошлом, как представляется гидробиологам, был относительно мелководным (Гурьянова, 1970).

ПОЗДНЕКАЙНОЗОЙСКИЕ МИГРАЦИИ ФАУН В АРКТИЧЕСКИХ И БОРЕАЛЬНЫХ РАЙОНАХ

Внезапное и резкое появление "тихоокеанских" видов в Северной Атлантике свидетельствует о том, что эта фауна в плиоценовое время должна была "пройти" не только через Берингов пролив, но и через арктический океан. Из этого следует, что бореальные формы при своем движении через Арктику не встречали значительного климатического барьера и Северный Ледовитый океан в плиоцене не был столь "ледовитым", как сейчас. Это время было гораздо теплее, чем эоплейстоценовое, когда в Исландии появились значительные ледники (тиллиты Фурувика и Брейдавика) и бореальная фауна была вытеснена брейдавическим комплексом северо-бореального типа, и тем более — чем плейстоценовое, когда на поверхности Земли образовались обширные материковые ледники и широкое распространение получили арктические и аркто-бореальные комплексы.

О путях миграции древних фаун известно в настоящее время немного. Если предположить, что в плиоцене система морских течений имела сходство с современной (т.е. течения, в принципе, двигались в пределах Северного океана против часовой стрелки); если учесть, возможно, значительную роль палео-Новосибирского мелководья или южной части хребта Ломоносова как физического барьера в прошлом (в настоящее время его роль, как указывалось, весьма велика: ни один вид тихоокеанского происхождения не проходит на запад (Филатова, 1957); сели, наконец, принять во внимание, что в настоящее время уверенные данные о наличии неогеновых толщ (с достоверными комплексами моллюсков) в пределах Евразийского побережья Северного Ледовитого океана отсутствуют (указания в литературе, что колвинские и падымейские комплексы идентичны верхнеогеновым комплексам Европы, в частности зоне Serripes — рис. 34, вряд ли могут считаться строго обоснованными); если, с другой стороны, учесть, что на северном побережье Америки имеются отдельные толщи, относимые к плиоцену (районы Кивалина, Картер Крик), то можно предположить, что миграция древней фауны шла в основном вдоль американского побережья (рис. 35).

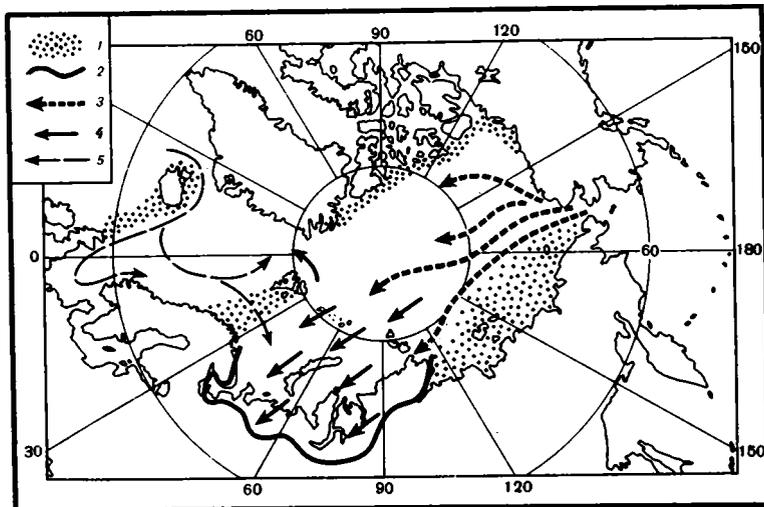


Рис. 34. Схема неогеновых миграций фаун в пределах Полярного бассейна (Зархидзе, 1970)

1 — предполагаемые участки суши; 2 — южные границы Колвинского бассейна; 3 — основные пути миграций тихоокеанских фаун в неогене; 4 — пути миграции автохтонных неогеновых фаун в плиоцене; 5 — гипотетические пути миграции североатлантических фаун в позднем плиоцене

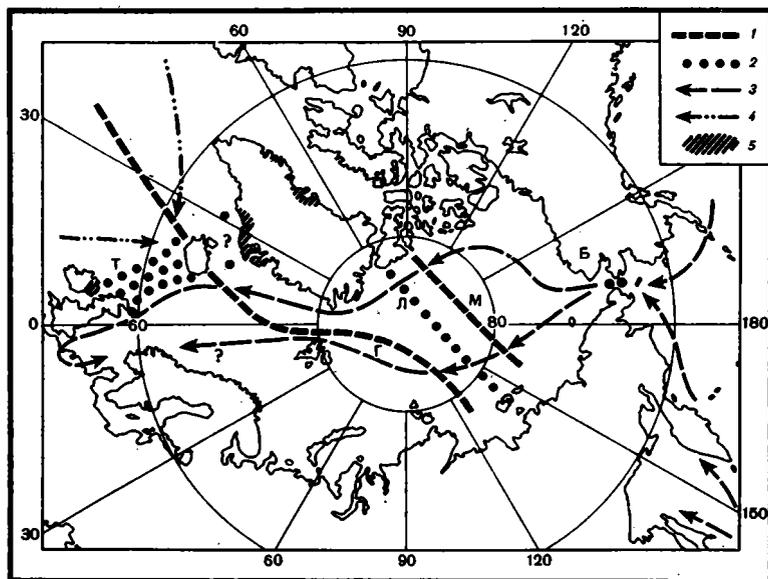


Рис. 35. Физические барьеры и пути миграции бентосных фаун в плиоцене

1 — подводные хребты; Г — Гаккеля, М — Менделеева; 2 — гипотетические "мосты": Т — Туле, Б — Берингийский, Л — хребт Ломоносова; предполагаемые миграционные пути фаун тихоокеанского происхождения: 3 — через Арктический океан, 4 — через Атлантику; 5 — нижнекайнозойские базальты

Сейчас еще неясны многие причины экспансии тихоокеанской фауны, но факт остается фактом, что количество видов тихоокеанского происхождения, появившихся в Атлантике, чуть ли не в 8 раз превышает число атлантических видов, попавших в Тихий океан. Возможно, этот обмен фаунами проходил не однажды; как говорилось в литературе указывается на миграции, связанные с открытием палео-Берингова пролива в позднем миоцене (Durham, MacNeil, 1967; Hopkins, 1972). Но мы должны заметить, что наиболее эффектно проявилась именно плиоценовая миграция, которая нашла отражение во всех северо-европейских разрезах. И не случайно

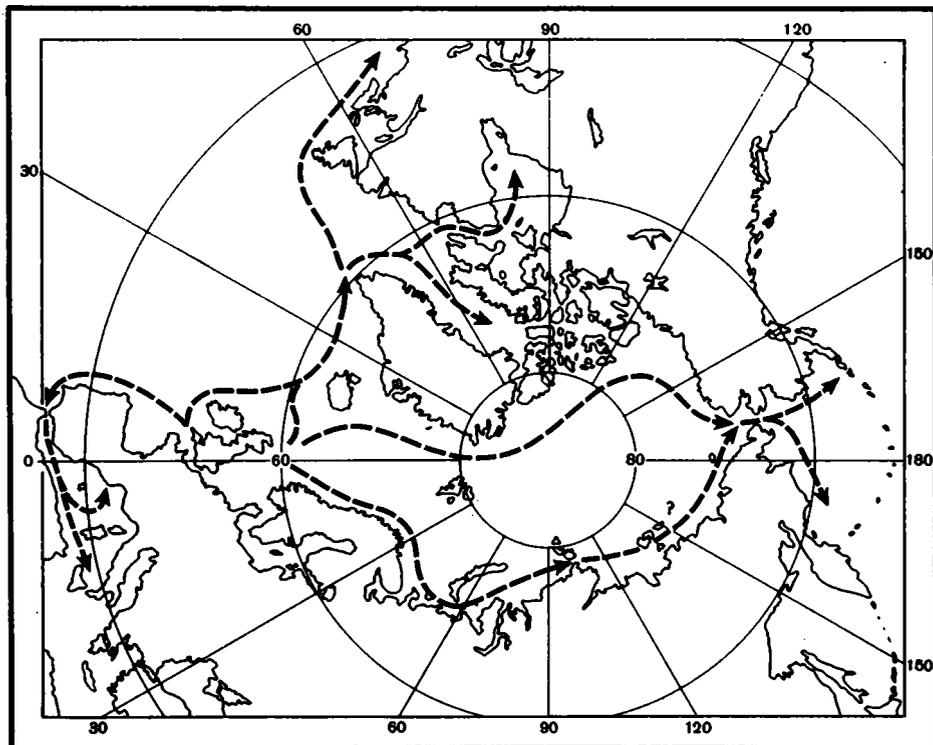


Рис. 36. Миграционные пути бентосных комплексов в квартере. Стрелкой показано направление преобладающих миграций

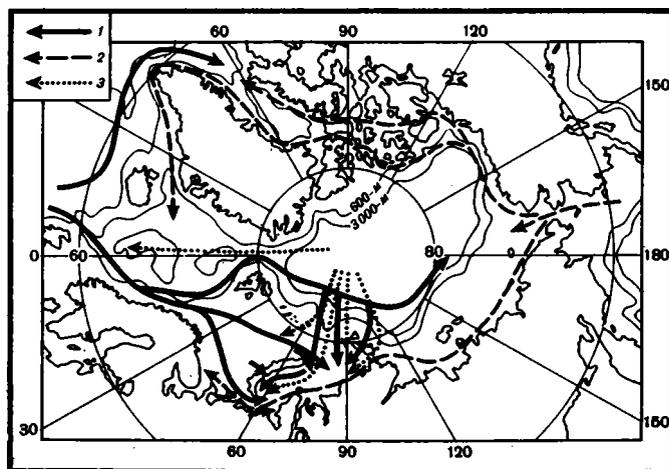


Рис. 37. Пути обмена фауны Арктического бассейна с фауной северных частей Атлантического и Тихого океанов, по Е.Ф. Гурьяновой (Зенкевич, 1963)

1 – атлантическая фауна; 2 – тихоокеанская фауна; 3 – арктическая глубоководная фауна

проблема влияния тихоокеанских "пришельцев" на формирование комплексов Атлантики, поднятая еще в прошлом веке Конрадом, Карпентером, Джефреем и другими, рассматривается сейчас прежде всего в связи с плиоценовыми миграциями (Strauch, 1970).

Для сравнения отметим, что, как следует из анализа литературы (Hopkins, 1972; Петров, 1966), в четвертичное время, когда Берингов пролив существовал

практически постоянно, влияние тихоокеанской фауны на арктическую и особенно североатлантическую было менее значительным, нежели в плиоцене. Уже в эоплейстоцене ощущается преобладающее влияние атлантической биоты на фауну северных районов. В частности, можно отметить определенное сходство брейдавикских фаун с комплексами северных районов Евразии. Не исключено, что часть комплексов древних моллюсков (с *Portlandia arctica*, *Propeamussium groenlandicum*, *Tridonta borealis* и др.), найденные в бассейне р. Печоры и относимых ныне рядом авторов к неогеновым (Зархидзе, 1970), может оказаться возрастным аналогом комплекса Брейдавика (хотя, судя по приводимым ныне материалам, указанные комплексы могут быть и более молодыми). Это может означать, что в эоплейстоцене ассоциации Северной Атлантики и северного побережья Евразии (особенно европейской части) имели весьма тесные связи (рис. 36).

В настоящее время наибольшее влияние на арктические морские комплексы определенно оказывает североатлантическая фауна (рис. 37). Собственно тихоокеанские мигранты не проходят дальше Чукотского моря. Изменение палеогеографической обстановки, возникновение климатических (в первую очередь) и физических барьеров, наличие ряда причин биотического характера (формирование специфических арктических комплексов и т.д.) — все это привело к ослаблению взаимодействия фауны Арктического и Тихого океанов (Зенкевич, 1963). В четвертичное время северная часть Тихого океана непосредственно находилась под влиянием Арктики (появление арктических элементов фауны в плейстоценовых разрезах северотихоокеанского региона).

Подводя итог вышесказанному в отношении миграций морских комплексов в прошлом, можно сказать следующее. В плиоцене, после разрушения Берингийской суши, произошла значительная по масштабу миграция моллюсков из Тихого океана в Арктику и Северную Атлантику. Их распространению вдоль Атлантического побережья на юг мешал, видимо, "барьер" — климатический или физический (мост Туле), обусловивший своеобразие североморских комплексов.

В самом начале четвертичного времени, после разрушения барьера, в Северной Атлантике бореальные комплексы мигрировали в южные районы (вплоть до Средиземноморья), а некоторые атлантические формы — в Арктический и — частично — Северо-Тихоокеанский районы. В четвертичное время проходила также частичная миграция арктических комплексов в северные районы Атлантического и Тихого океанов.

ПАЛЕОКЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ

Данных по палеоклимату позднепалеогенового и миоценового времени бассейна Северного моря сравнительно мало. Волигоцене и миоцене здесь преобладал "теплый", или "субтропический" климат. В пользу этого свидетельствует состав фауны Нидерландов, Бельгии, Дании, ФРГ, ГДР и определения палеотемператур по соотношению O^{16}/O^{18} раковин древних организмов (Sorgenfrei, 1958; Schwarzbach, 1961; Bower, 1966).

Комплексы моллюсков миоцена здесь весьма богаты и разнообразны. Например, в Арнуме Южной Ютландии, соответствующем геммоорскому горизонту, отмечено 266 видов (Sorgenfrei, 1958), из которых значительная часть принадлежит субтропическим, в рейнбекском горизонте Северной Европы — более 300 форм (Anderson, 1964), что является весьма представительным для данных широт. По биогеографическому типу ниже-среднемиоценовые комплексы относятся в целом к субтропическим — южнобореальным, в них практически отсутствуют формы северобореальных или тем более арктических комплексов. Весьма показательно, что они сопровождаются тепловодными ассоциациями наннопланктона (Martini, Müller, 1973), которые характерны для нижнемиоценовых толщ тропических районов. К концу миоцена комплексы моллюсков делаются менее разнообразными (в Граме Ютландии, например, число видов сокращается до 126) и более холоднолюбивыми, что свидетельствует о заметном понижении температуры морской воды в данных широтах (Rasmussen, 1966).

Некоторые авторы, признавая общее постепенное похолодание в позднепалеогеновое — миоценовое время, вместе с тем указывают на колебания климата: в конце палеогена ряд исследователей отмечает похолодание; наоборот, в среднемиоценовое время — относительное потепление. По данным Тор. Эйнарсона (Эйнарсон, Гладенков, 1973), в позднем миоцене, около 10 млн. лет назад, в Исландии появились первые горнодолинные ледники, которые связываются с общим относительным похолоданием Северной Европы.

Гораздо определеннее можно судить о климате Североморского бассейна в плиоцене и плейстоцене. Анализ ископаемых моллюсков Исландии еще в 20-х годах позволил Бардарсону сделать предположение о климатических изменениях в плиоцен-плейстоцене (Bardarson, 1925). Позднее к этому вопросу обращались Аксельсон, Шварцбах, Тор. Эйнарсон, Штраух и другие, указывавшие на постоянное похолодание климата в плиоцен-плейстоценовое время (Schwarzbach, 1955; Strauch, 1972b).

В разрезе плиоцен-плейстоцена Исландии четко выделяются четыре комплекса моллюсков: зон *Tapes* и *Mastra*, зоны *Serripes*, Брейдавика и современный. Первый комплекс включает южно-бореальные виды, которые близки к формам из кельтских сообществ Европы и содержат много вымерших форм. В нем отмечаются отдельные виды и роды, которые сейчас не обитают на исландских широтах (*Venerupis*, *Glycymeris*, *Acanthocardia*, *Parvicardium*, *Nucula nucleus*, *Abra alba* и т.д.), а свойственны более южным районам, в том числе и Средиземному морю. Это говорит о том, что температура воды моря здесь была выше, чем ныне (по Штрауху, выше температуры воды центральной и даже южной части современного Северного моря и сходна с температурой пролива Ла-Манш). Возможно, что во время формирования зоны *Mastra* температуры вод несколько снизились, так как в этой зоне исчезает ряд тепловодных форм (*Venerupis rhomboides*, *Cingula semicostata* и др.) и появляются (в верхней половине зоны *Mastra*) ранее не встречавшиеся *Pygocardia rustica*, *Chlamys tjornesensis*, *Searlesia lungrenii* и др. Как следует из данных М.А. Ахметьева, флористический комплекс нижней части зоны *Tapes* (с *Picea excelsa*, *Alnaster*, *Betula*, *Larix*, *Pinus* и пр.), характеризующийся значительным развитием древесно-кустарниковой растительности, в верхах зоны *Tapes* — нижней части зоны *Mastra* сменяется более "холоднлюбивым" комплексом, в котором древесная растительность практически исчезает и преобладающая роль принадлежит *Salix* и травянистым растениям (*Polygonaceae*, *Cyperaceae* и пр.).

Определенное понижение температуры воды в море произошло во время накопления пород основания зоны *Serripes*. Здесь исчезли южно-бореальные и появились типичные бореальные формы (*Astarte*, *Venericardia*, *Macoma*), в том числе и тихоокеанского происхождения (*Serripes*, *Yoldia*, *Musculus*, *Clinocardium* и др.). Характерно, что число сверлящих и прирастающих форм здесь невелико, размеры раковин относительно небольшие, скульптурированных форм мало (см. рис. 7). Преобладание чисто бореальных форм свидетельствует о более холодных условиях обитания фауны, чем в "тапесовое" время. По Штрауху, средние температуры древнего "серрипесового" моря соответствовали температурам южной части Северного моря или даже были ниже.

В течение времени, когда откладывались осадки зоны *Serripes*, температура воды, возможно, несколько уменьшилась, в связи с чем к концу этого периода некоторые виды стали исчезать (*Pygocardia rustica*), другие — северо-бореальные появлялись (*Astarte crenata*, *Venericardia borealis*, *Lora trevelyana*, *Neptunea subantiquata*); в этой же связи протококхи *Natica clausa* стали значительно крупнее (по сравнению с более теплолюбивыми формами). Относительное похолодание этого времени отразилось также на составе флоры: по данным М.А. Ахметьева, верхние части зоны *Serripes* характеризуются только сравнительно холоднлюбивой растительностью (преобладание *Gramineae* и *Polygonaceae*).

Как предполагает Штраух, средняя температура моря в процессе формирования зоны *Serripes* менялась с 11° до температур субарктического района. Однако состав этого комплекса свидетельствует о сравнительно теплых условиях "серрипесового" времени по сравнению с нынешним. Многие виды этой зоны сейчас не живут

вблизи Исландии — их ареал значительно южнее (некоторые представители *Sipho*, *Searlesia*, *Helcion* и др.); с другой стороны, формы, характерные для ассоциаций, которые ныне обитают у берегов Исландии (с *Portlandia*, *Propeamussium*, *Asmaea* и др.), здесь не отмечены; наконец, ряд вымерших форм, типичных для этого комплекса (*Pugocardia rustica*, *Macoma praetenuis*, *Astarte basterotii* и пр.), был свойствен сравнительно тепловодным биоценозам прошлого (они часто встречаются в плиоценовых комплексах Англии и Нидерландов). Поэтому, говоря об относительном похолодании во время формирования комплекса зоны *Serripes*, нельзя утверждать, что температура воды в море была такой же или даже ниже, чем температура современного моря в этом районе.

Существенное похолодание наступило в брейдавикское время. Комплекс моллюсков брейдавикских толщ заметно отличается от более древних комплексов. Он характеризуется типично северобореальными и даже арктическими видами (*Portlandia arctica*, *P. intermedia*, *Tridonta borealis*, *Nucula pernula*, *Propeamussium groenlandicus*, *Macoma calcarea*, *Nucula tenuis*, *Asmaea rubella*). Присутствие их показывает, что температура воды в это время была не выше температур современного моря, а может быть даже и ниже, на что указывают весьма бедный состав моллюсков брейдавикских слоев и наличие в этой толще ледниковых образований. По М.А. Ахметьеву, растительный покров Исландии в брейдавикское время характеризовался преобладанием тундровой растительности (с *Gramineae*, *Cyperaceae* и пр.).

В целом изменение климата (или, может быть, лучше сказать — изменения температуры поверхностных вод) в Исландии рисуется для плиоцен-эоплейстоценового времени достаточно определенно. Анализ палеобиоценозов исландского разреза прямо указывает на прогрессирующее понижение температуры вод в прошлом, причем наиболее низкие температуры соответствуют брейдавикскому времени. В пользу этого свидетельствуют также полученные недавно материалы по палеотемпературам, которые определились при анализе раковин *Arctica islandica* тьднесского разреза. Были изучены раковины из зон *Maetra* и *Serripes*, толщи Брейдавик и современного моря (табл. 35). Несмотря на определенную долю условности полученных определений, они в целом хорошо согласуются с указанной выше закономерностью изменения температур и показывают, что температуры в позднем кайнозое снижались вплоть до брейдавикского времени, когда и были зафиксированы их минимальные показания (Гладенков и др., 1975).

Правда, на фоне общего уменьшения температур в плиоцен-эоплейстоцене могли быть отдельные моменты относительно их повышения. По мнению Штрауха, например, один такой момент приходится на конец времени осадконакопления нижней трети зоны *Serripes*; однако затем он сменяется периодом относительного похолодания, когда бореальная *Panope trapezoides* заменяется северо-бореальной *Panope obliquelongata*, исчезает свойственная более низким слоям *Spisula arcuata*, уменьшается средний размер *Cyrtodaria angusta*, у *Macoma obliqua* уменьшается коэффициент выпуклости до 0,185 (в Исене он достигает 0,212).

Если восстанавливать климат плиоцен-плейстоцена по английским данным, то многие выводы, сделанные выше, придется повторить. Еще Хармер (Harmer, 1914—1920) подчеркивал, что климат в этот промежуток времени на английских широтах становился постепенно холоднее. Характер комплексов Кораллинового Крага (тепловодность, многообразие фауны, наличие субтропических форм и т.д.) позволил предположить Хармеру, что климат в начале плиоцена был похож на средиземноморский или даже на климат Азорских островов. В пользу этого говорит и присутствие теплолюбивого наннопланктона, недавно найденного в названных отложениях.

Согласно Штрауху (Strauch, 19726), сравнивавшему комплексы моллюсков Кораллинового Крага с современными, температура Кораллинового моря была 13,5° зимой и 24° летом. Близкие значения приводит Фанелл (Funell, 1970), анализирувавший ископаемые и современные комплексы фораминифер: температура воды в море, по его представлениям, колебалась от 15° (зимой) до 21° (летом).

Палеотемпературные определения по раковинам *Arctica islandica* в разрезе плиоцен-плейстоцена полуострова Тьёднес Северной Исландии

Стратиграфические подразделения	Горизонт, по Бардарсону	Температура, °С
Брейдавик	—	7,1* 6,7
—	—	3,6
Зона <i>Settipes</i>	25	8,0
	20	7,2
	13	10,3
—	—	—
Зона <i>Mastra</i>	11	8,3
	8	10,6

* Определение по раковине современной *Arctica islandica*.

Пр и м е ч а н и е. 1. Поправка $\pm 1 - 1,5^\circ\text{C}$. 2. Среднегодовая температура воды у берегов Северной Исландии около 4° (для февраля — 0° , для августа — 8°).

”Краснокраговое” время было отмечено некоторым похолоданием, в связи с чем у берегов Англии появились бореальные виды (в том числе и тихоокеанского происхождения). Похолодание было, видимо, прогрессирующим, так как молодые комплексы более ”холодные”.

По данным Штрауха, температура воды в первой половине ”краснокрагового” времени была (соответственно зимняя и летняя) $8-12$ и $22-24^\circ$, а к концу этого времени — 5 и $17,5^\circ$. Согласно Фанеллу, температура менялась от $8-13^\circ$ (зимой) до $16-18^\circ$ (летом). Однако и здесь (как и в Исландии) похолодание, судя по комплексам моллюсков, было относительным. Согласно Вуду, Хармеру, Нортону, в Красном Краге и нижней части Исена отмечается много теплолюбивых видов, часть которых затем вымерла, а часть — ныне живет в более южных районах⁶. Наиболее же заметное похолодание в этих широтах падает на уэйбурнское время, когда появился бореальный, близкий к современному комплекс с *Masoma balthica*, а во флористических ассоциациях доминирующее значение приобрела растительность открытых пространств. Кстати, именно с этого времени исчезает красный цвет, характерный для более древних (чем уэйбурнские слои) пород, что иногда связывается с изменением физико-географических условий седиментации и выветривания. По Фанеллу, летние и зимние температуры воды в море снижаются соответственно до $16-10$ и $6-4^\circ$ и впервые в Северном море появляются льды.

Понижение температуры воды в плиоцен-плейстоцене сказывается здесь не только на смене комплексов, но и на изменении облика раковин отдельных ”проходящих” видов. Например, *Masoma obliqua* в нижней части Красного Крага представлена преимущественно вздутыми, перекошенными раковинами с макушкой, сдвинутой к заднему краю. В Батлее перекошенные формы составляют уже только 7%, а в Исене этот вид характеризуется более уплощенной⁷ и мелкой раковиной с почти центральной макушкой. В то же время вверх по разрезу происходит утонение раковины этого вида. Похолодание сказывается на облике и других видов: умень-

⁶ Об относительности похолодания свидетельствуют и данные по млекопитающим (наличие средневиллафранского комплекса), рыбам (в Бельгии они южно-бореальные и субтропические) и т.п.

⁷ Коэффициент выпуклости уменьшается от 0,238 (в Ньюбурне) до 0,212 (в Батлее), а в Исландии — до 0,185 (Strauch, 1972b).

шаются размеры раковин *Cyrtodaria* и *Neptunea*; сокращается число видов, обладающих скульптурой (с 63,3% в Кораллиновом Краге до почти 50% в низах Исена).

В плейстоценовое и голоценовое время фауна Северного моря приобретает современные черты и сообщества моллюсков, как это отметил еще Экман (Ekman, 1953), образуют три биогеографические ассоциации: бореальные (*Mytilus edulis*, *Macoma balthica*, *Littorina littorea*), нижеарктические (*Portlandia intermedia*, *Yoldia hyperborea*, *Chlamys islandicus*) и высокоарктические (*Portlandia arctica*, *Macoma torelli*, *M. loveni*).

Таким образом, исландские и английские материалы показывают, что в северной части Атлантики климат менялся совершенно определенно: от относительно теплого до холодного. Как говорилось выше, данные бурения в Атлантике и Арктике хорошо согласуются с этим выводом. Они также указывают, что около 3 млн. лет назад было первое похолодание (хотя и относительное), около 1,8 млн. лет назад — второе, более существенное похолодание и около 0,7 млн. лет назад начались четвертичные климатические осцилляции.

В свете сказанного становится более понятной та смена комплексов, которая отмечается в плиоцен-плейстоценовое время не только в Северной Европе (т.е. Северноморском бассейне), но и в других, более южных районах Северо-Восточного побережья Атлантики (вплоть до Средиземноморья). Например, как свидетельствует Бребьон (Brebion, 1972), если в миоцене комплексы гастропод в целом были достаточно близкими и теплолюбивыми, то уже в плиоценовое время комплексы стали более "холодными", а в связи с дифференцированием северной и средиземноморской провинций заметно отличающимися. В первой провинции, захватывавшей Исландию, восток Англии и побережья Нидерландов, доминирующую роль стали играть североатлантические и тихоокеанские, бореальные *Buccinum*, *Neptunea*, *Searlesia*, *Lora* и другие, а многие теплолюбивые группы исчезли. Одновременно в Средиземноморье частично исчезли или стали редкими некоторые теплолюбивые роды (*Ancilla*, *Vermicularia*, *Mesalia*, *Hipponix* и др.). Обособлению этих провинций в плиоцене способствовали не только их климатические различия, но и, возможно, физическая преграда — мост Туле. В начале четвертичного времени в связи с существенным похолоданием, "сдвинувшим" климатический барьер, и образованием пролива Па-де-Кале бореальные формы северной провинции получили доступ в более южные районы, и именно тогда в Средиземноморье появились северные пришельцы (*Arctica*, *Tridonta* и т.д.).

Как известно, появление фригидных элементов в комплексах Средиземноморья объясняют по-разному. Одни связывают его с изменением температуры вод в районе Гибралтарского пролива, что могло открыть путь североатлантическим формам в Средиземное море (Baden-Powell, 1956). Другие указывают на уменьшение солености в море, что привело к миграции атлантических сообществ (Peres, Picard, 1959; Mars, 1963). Третьи пробуют объяснить миграцию изменением уровня Средиземного моря, повлекшим поступление в море ряда океанических форм, как это было, по мнению И.С. Чумакова (1974), в плиоцене. Однако одной из главных причин миграций, видимо, надо считать именно похолодание начала эоплейстоценового времени, которое резко сказалось на биоте Североатлантического и Арктического секторов. Если плиоценовая миграция морской фауны из Тихого океана в Атлантику была обусловлена разрушением Берингийской суши и благоприятными климатическими условиями, то эоплейстоценовой миграции из Северного моря в Средиземное способствовали смещение климатического барьера к югу и разрушение гипотетического моста Туле.

Сходные климатические изменения в плиоцен-плейстоцене были и в северной части Тихоокеанской области. Хорошо известны, например, климатические кривые и расчеты для этой области, сделанные американскими исследователями (Durham, 1950; Valentine, 1966, 1967; Addicott, 1970; и др.) и показывающие ту же общую тенденцию ухудшения климата. Особенно интересны последние данные Аддикота, который на основе анализа ископаемых комплексов моллюсков наметил для тихоокеанского побережья Америки ряд палеогеографических про-

винций и выявил закономерности их смещения в олигоцен-плиоценовое время. Важно, что при своих построениях он использовал данные по планктону, радиологические датировки и т.д. По его мнению, после относительно холодного олигоценного времени началось некоторое потепление, которое достигло максимума в среднем миоцене и затем сменилось прогрессирующим похолоданием позднего миоцена — плиоцена. Свои выводы Аддикот строил для средних широт Америки, где содержание родов, живущих сейчас только в Мексиканско-Панамском районе, менялось от 10% в олигоцене к 35% — в миоцене и далее к 5% (и менее) — в позднемплиоцене. В соответствии с этим менялся и количественный состав комплексов (общее число родов и видов), что можно тоже рассматривать как отражение изменения температуры морской воды (рис. 38).

Хорошей иллюстрацией сказанному служат, например, данные Аддикота по гигантским пектинидам. В раннемиоценовое время среди моллюсков Тихоокеанского района эта группа достигла значительного расцвета (роды *Amussiopecten*, *Lyropecten*, *Macrochlamys*, *Vertipecten*). Но наибольшее таксономическое разнообразие она имела в среднемиоценовое время (помимо названных родов, развитие получили еще *Amussium*, *Patiopecten* и др.). В позднем же миоцене и плиоцене началось вымирание пектинид (роды *Amussium*, *Amussiopecten*, *Vertipecten* и др.). Изменение таксономического разнообразия данной группы отражало относительно теплые условия ранне- и среднемиоценового и похолодание позднемиоценового и плиоценового времени (Addicott, 1974).

Анализ камчатских и сахалинских комплексов также указывает на вполне закономерное изменение климата. Среднемиоценовый климатический оптимум, ожившийся в исключительно богатой и "теплой" фауне этолонской свиты и ее аналогов, которые находятся в северных районах Камчатки и даже на Чукотке (песцовская свита), сменяется постепенным "похолоданием" позднего миоцена и первой половины плиоцена (эрмановский и энемтенский горизонты). Комплексы этого времени менее разнообразны и более "прохладные", чем этолонский комплекс, в котором отмечаются тропические формы. В позднем же плиоцене (берингийское время) похолодание заметно прогрессирует, что сразу же повсеместно находит отражение в обеднении комплексов и смене многих относительно тепловодных элементов более "холодными", с многочисленными северобореальными *Astarte*. Что касается эоплейстоцена, то соответствующие ему комплексы выглядят еще более бедными и холодными, а сменяющие их плейстоценовые фауны (с *Portlandia* и другими формами арктического и аркто-бореального типа) свидетельствуют как о похолодании, так и о климатических колебаниях, происходивших в плейстоцене. Данные бурения, проведенного в Северо-Тихоокеанских районах, достаточно хорошо согласуются с этими заключениями.

Таким образом, в Тихоокеанской области, как и в Северной Атлантике, в плиоценовое время имело место относительное похолодание, которое привело на Камчатке, в Японии и Америке к вытеснению южнобореальных комплексов более холоднолюбивыми ассоциациями. Далее, около двух миллионов лет назад произошло новое похолодание (тусатуваймский уровень), сменившееся в нижнем плейстоцене другим, видимо, еще более существенным похолоданием пинакульско-карагинского времени.

На рис. 39 показана широтная позиция плиоценовых комплексов моллюсков Исландии, Англии и Камчатки в современных морях, определенная на основе сравнительного анализа ископаемых и ныне живущих комплексов⁸.

Комплекс Кораллинового Крага Англии соответствует по биогеографическому типу ассоциациям широты Средиземного моря, комплекс же Красного Крага — ассоциациям атлантического побережья, обитающих несколько южнее Англии.

⁸ Для сравнения ископаемых комплексов Северной Атлантики с современными и суждения о "широтности" ископаемых ассоциаций в современных акваториях полезной представляется схема биогеографического районирования (табл. 36), составленная по данным Вудворда (Woodward, 1868), Ормана (Ortman, 1896), Экмана (Ekman, 1935, 1953), Зоргенфрея (Sorgenfrei, 1958).

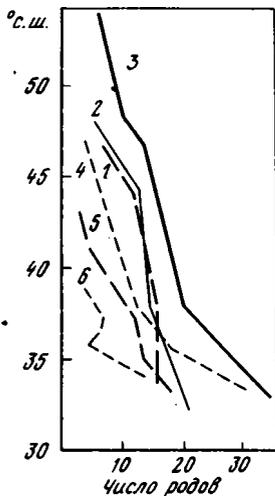
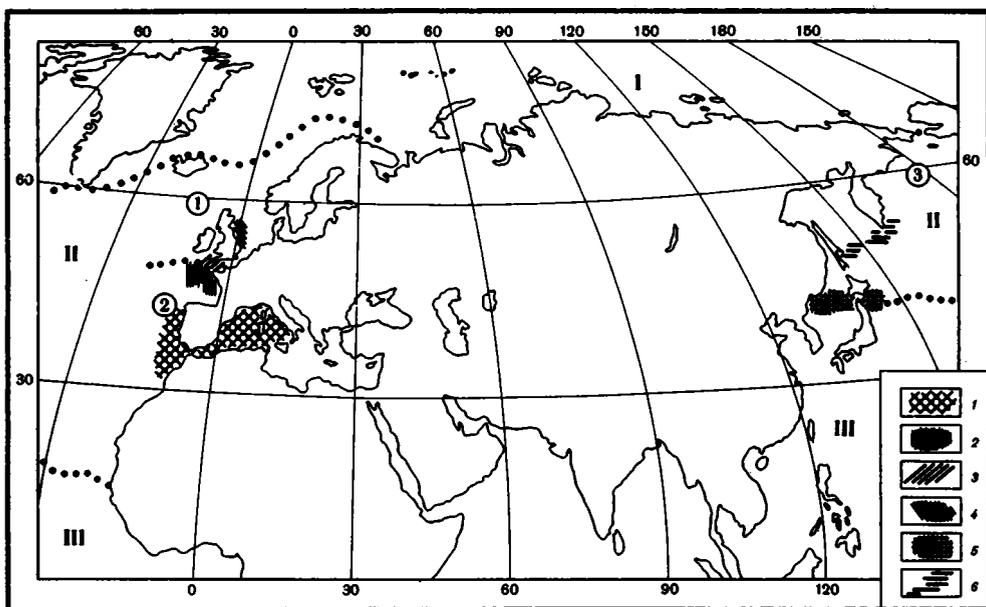


Рис. 38. Широтное распространение тропических комплексов моллюсков в олигоцене – позднем плиоцене в районе Калифорнии – Британской Колумбии (Addicott, 1970)

1 – олигоцен; миоцен: 2 – ранний, 3 – средний, 4 – поздний; плиоцен: 5 – ранний, 6 – поздний

Рис. 39. Сравнение плиоценовых комплексов моллюсков с биогеографическими группировками современных донных сообществ

I–III зоны: I – арктическая, II – бореальная, III – тропическая; области и провинции: 1 – Северо-Атлантическая, 2 – Средиземноморско-Лузитанская, 3 – Северо-Тихоокеанская; биоценозы, сходные по биогеографическому типу с комплексами плиоцена: 1 – Кораллинового Крага, 2 – Красного Крага, 3 – зон Tapes-Mastra, 4 – зоны Serrites, 5 – энеменского горизонта, 6 – берингийского горизонта; точками показаны границы зон



Исландские плиоценовые комплексы в современном море расположились бы севернее названных английских. Комплекс зон Tapes – Mastra, видимо, отвечает донным ассоциациям, живущим ныне в водах непосредственно южнее Англии. Что касается фауны зоны Serrites, то она наиболее сходна с комплексом средней части Северного моря.

Одновременно энеменский комплекс Камчатки отвечает современным ассоциациям залива Петра Великого – южной части о-ва Хоккайдо или северной части о-ва Хонсю, а камчатские аналоги берингийских слоев Аляски соответствуют ассоциации южной Камчатки.

Таким образом, плиоценовые комплексы бореальных районов Атлантики и Тихого океана в современных морях заняли бы широты на 10–20° южнее районов, в которых находятся толщи, заключающие названные комплексы. Это показывает, насколько климат плиоценового времени был теплее климата современного периода и насколько границы климатических зон в плиоцене были сдвинуты к северу.

Температурные границы фаунистических районов в восточной части Северной Атлантики

Район	Граница	Средняя температура, °С		
		февраль	август	годовая
Арктический	Ньюфаундленд – Северная Исландия – Финляндия	0	8	4
Бореальный	Юго-запад Англии	10	16–17	12
Лузитанский	Мыс Бланко	18	23–25	20
Субтропический	Мыс Вурце	20	27–28	25
Тропический				

Похолодание, прогрессирующее в течение плиоцена, привело к заметному смещению бореальных комплексов в южном направлении.

В эоплейстоцене расположение климатических зон в бореальных районах было уже близко к современному, но границы арктического и бореального районов были, видимо, смещены несколько к югу.

Сравнение палеоклиматических данных, полученных отдельно в Северной Атлантике, северной части Тихого океана и в Арктике, показывает их явную сходимость. Из этих данных следует, что около 3 млн. лет назад в пределах всего Северного полушария проявилось первое из плиоцен-плейстоценовых похолоданий, которое, вызвав исчезновение тепловодных (в целом южнобореальных) и появление относительно холодноводных (бореальных) комплексов, еще не привело к существенному развитию ледников (ледниковые образования отмечены лишь в самых северных районах полушария – в Исландии, на Аляске и в океанических осадках арктических и северобореальных акваторий). Второе похолодание, проявившееся в этих же районах и приуроченное к эоплейстоцену, было более значительным. Во многих районах появились характерные арктические и северобореальные комплексы, а в Исландии, на Аляске, в Америке и в северобореальных бассейнах среди эоплейстоценовых толщ заметное место заняли ледниковые образования (тиллиты, галька ледового разноса и пр.). Третье, видимо, самое значительное похолодание наступило в плейстоцене. Оно проявилось во всем Северном полушарии, сказавшись как на развитии материкового оледенения во многих районах, так и на формировании северобореальных фаун (с элементами арктических комплексов) в бореальных широтах. По-видимому, именно в плейстоцене паковый лед окончательно занял арктический бассейн.

К сходным выводам о количестве эпох похолоданий и времени их проявления в последних работах приходит Берггрен (Berggren, Couvring, 1973). Он также считает, что в плиоцен-плейстоценовое время в Северном полушарии отчетливо проявились три основных ледниковых "момента": первоначально в плиоцене (около 3 млн. лет назад), затем – в эоплейстоцене (с максимальным развитием оледенения около 1,5 млн. лет назад) и, наконец, в плейстоцене (с максимумом развития около 0,4–0,5 млн. лет назад).

С этими же данными хорошо согласуются графики изменения ареалов миоцен-плейстоценовых комплексов тропических ("теплых") и ("северных") широт, обусловленного колебанием климата в позднем кайнозое (Bandy, 1972) (см. рис. 15).

Говоря о плиоцен-плейстоценовых похолоданиях, нельзя, конечно, забывать и о некоторых данных, свидетельствующих о проявлении относительных похолоданий и в миоценовое время. В позднем миоцене в бореальных районах появились сравнительно холодноводные бентосные комплексы, которые сменили более теплолюбивые среднемиоценовые ассоциации. На Аляске, в древних толщах гор Врангеля, в формации Якатага и осадках о-ва Миддлтон отмечены горизонты тиллитов, которые, судя по абсолютным датировкам вмещающих их пород (от 9–10 млн. лет и моложе), получили развитие именно в позднемиоценовое время (Denton, Armstrong, 1969). По данным Тор. Эйнарсона, в исландском разрезе первые тиллиты появились тоже около 10 млн. лет назад. Возможно, появление холодноводных комплексов, так же как и тиллитов, в аляскинских и исландских разрезах связано с похолоданием верхнего миоцена, которое особенно отчетливо проявилось в антарктических районах. С этим временем обычно связывают возникновение ледниковой шапки в Антарктиде и первую заметную миграцию относительно холодноводных фаун (Bandy, 1967). Однако в целом похолодание этого времени по своему масштабу, видимо, уступало более поздним – плиоцен-плейстоценовым похолоданиям, которые в Северном полушарии оставили более яркие и более многочисленные следы.

При анализе палеонтологических данных часто приходится принимать априори, что смена различных типов фауны в разрезах связана с изменением климата. В принципе это чаще всего верно. Однако в ряде случаев нельзя исключать возможности влияния и морских течений на формирование палеогеографического облика древних комплексов (Торсон, 1965). Так, из работ японских исследователей (Hatai, 19586; Uozumi, 1962; и др.), видно что "теплые" и "холодные" комплексы Японии смещались под влиянием течений в неогене соответственно на север и юг до 10°. Поэтому встречаемое в разрезах чередование комплексов разного биогеографического типа часто отражает не столько климатические изменения, сколько миграции морских течений прошлого. Сейчас многие английские ученые (Фанелл и др.) приходят к мысли, что на формирование отдельных частей Красного Крага и Исена Англии тоже могли влиять морские течения. Вот почему не исключено, что некоторые слои Уолтона, Ньюбурна и даже Батлея Красного Крага могут оказаться практически одновозрастными и их различие в биогеографической характеристике вызвано не колебаниями климата, а влиянием холодного течения на различные участки краснокрагового моря.

Некоторые колебания температур древнего исландского моря (например, раннеплиоценового времени) тоже, видимо, можно объяснить небольшим смещением морских течений. Морские течения сказывались в прошлом и на формировании комплексов Камчатки. Так, распространение тропических видов среднего миоцена до Северной Камчатки (Рикиники), где комплексы временами даже "теплее" одновозрастных комплексов средней ее части (район р. Этолоны), свидетельствует о весьма эффективном действии теплого течения, шедшего с юга. Наоборот, наличие относительно холоднотеплых миоцен-плиоценовых ассоциаций в разрезах Восточной Камчатки (о. Карагинский, Усть-Камчатский район) показывает, что в это время, видимо, функционировало устойчивое и достаточно мощное холодное течение, шедшее вдоль берегов Камчатки с севера на юг. Подобные течения шли, видимо, и вдоль Америки (Калифорнийское и Лабрадорское).

Возможность объяснения тех или иных особенностей палеогеографии влиянием морских течений может облегчить понимание одного парадоксального факта, связанного с расшифровкой миоценового климата Америки. Как уже говорилось, на тихоокеанском побережье многие исследователи отмечают в это время "потепление". Однако на атлантическом побережье, по данным разных авторов (Dall, 1904; Soet-Ryen, 1932), миоценовое похолодание и связанное с ним передвижение на юг "северных" бентосных комплексов шло непрерывно, что находит подтверждение и в определении палеотемператур по миоценовым организмам Флориды (Emiliani, 1956). Объяснение этому явлению можно найти только в особенностях палеогеографии. Возможно, продвижение холодноводных комплексов вдоль атлантического

побережья к югу в миоцене было обусловлено главным образом деятельностью морских течений. Вместе с тем в миоценовое время, как это следует из материалов некоторых авторов (Шухерт, 1967), открылся Центрально-Американский пролив, и в связи с этим теплое Карибское течение могло дать свою ветвь в Тихий океан и пойти вдоль Северной Америки до Калифорнии и Орегона, что привело к появлению в этих районах "теплых" комплексов. Правда, на наш взгляд, вариант широкого миоценового потепления выглядит все-таки предпочтительнее, так как данные по азиатскому и североамериканскому побережью Тихого океана лучше согласуются с ним: как уже говорилось, во всех районах достаточно четко фиксируется среднемиоценовое потепление.

Однако вопрос о морских течениях и их влиянии на расселение биоты в прошлом, связанный с комплексом сложнейших проблем гидродинамики океана, требует специального рассмотрения и поэтому реконструкции, намеченные выше, являются во многом провизорными.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В последнее время в расчленении и корреляции кайнозойских толщ Северного полушария достигнуты большие успехи. Если раньше сопоставление этих отложений наталкивалось на непреодолимые трудности, фактически приводившие к созданию лишь местных "несбивающихся" схем, то сейчас в связи с использованием новых палеонтологических групп и комплекса методов (палеонтологического, палеогеографического, физических) удалось перейти к выделению во многих районах не только отделов, но и ярусов и даже зон, что в прежние годы считалось невозможным.

Что же в первую очередь помогло кайнозойской стратиграфии достичь таких успехов? Прежде всего, изучение остатков планктонных микроорганизмов, которое сразу поставило обоснование стратиграфических схем на более реальную основу, и привело к созданию зональных шкал. Чрезвычайно важно, что планктонные комплексы, первоначально примененные в ряде тропических районов, были затем привязаны к стратотипам Европы, так что европейские разрезы можно использовать в качестве мировых стратиграфических стандартов.

Большое значение для корреляции кайнозойских толщ имело также внедрение в практику физических методов: радиологического определения возраста пород и палеомагнитного. Последний сыграл особенно заметную роль для расчленения верхнего кайнозоя, стратиграфические схемы которого сейчас без "палеомагнетизма" фактически не строятся.

Чрезвычайно важным в методическом плане оказались широко развернувшиеся в последние годы стратиграфические работы в океанах. Бурение в океанах наглядно показало, что в тропическом и субтропическом поясах Земного шара все зоны, выделенные по планктону, с уверенностью прослеживаются в разрезах материков и дна океанов. Определения абсолютного возраста и знака остаточной намагниченности древних толщ показали фактическое совпадение полученных корреляционных данных с палеонтологическими выводами.

Вместе с тем существенные сдвиги произошли и в разработке стратиграфических схем бореальных районов, где планктонная микрофауна встречается в небольшом количестве и расчленение древних толщ ведется в основном на бентосных группах. Здесь обращают на себя внимание важные изменения, наметившиеся в подходе к построению самих схем. Раньше весьма часто подразделения региональных шкал представляли собой по существу литостратиграфические подразделения, в ряде случаев имевшие "скользящие" границы. К ним, в частности, относится большинство американских формаций и, видимо, часть свит и даже горизонтов, выделявшихся в СССР.

В связи с тем, что характеризующие их бентосные комплексы сильно зависят от фациального состава пород, многие сделанные на этих группах корреляционные построения и определения возраста отдельных толщ оказались неточными и даже ошибочными. Так, в ряде случаев выявление определенного фациального типа комплекса считалось достаточным, чтобы путем его сравнения со сходным типом какой-либо ассоциации местного стратотипа определить возраст этого комплекса. Естественно, что, будучи методически несостоятельным, такое сравнение приводило к существенным ошибкам. В других случаях формации и свиты часто характе-

ризовались лишь "общим" списком древней фауны, которая была свойственна определенным фациям разного возрастного диапазона. Корреляционные построения, основанные на этих списках, тоже были некорректными. Особенно часто ошибки совершались, когда литологические границы были "скользящими", а их принимали за изохронные рубежи.

Развернувшиеся в последние годы исследования по изучению бентосной фауны показали, что комплексы, на первый взгляд, столь скомпрометировавшие себя не только при широких, но и в ряде случаев при региональных сопоставлениях, при надлежащем методическом подходе могут служить региональной стратиграфии весьма продуктивно. Большой "выход" в стратиграфию эти комплексы дают прежде всего, если они изучаются с учетом особенностей их эволюции и геологического развития древних бассейнов. На основе выявления этапности эволюции, которая в первую очередь и обуславливает смену комплексов в разрезах, удастся выделить реальные стратиграфические подразделения — горизонты. Выделение этих подразделений имеет для разработки региональных схем громадное значение. Прежде всего, литостратиграфия через горизонты приводится, собственно, к стратиграфии — хроностратиграфии, ибо горизонты объединяют по простиранию однообразные не только гомо-, но и гетерофациальные образования. В связи с тем, что границы литостратиграфических подразделений могут не совпадать с границами горизонтов, реальное место в стратиграфических схемах эти подразделения (формации, свиты, толщи, пачки и т.п.) находят только через привязку к определенным горизонтам. Именно подобное выделение горизонтов на основе моллюсков позволило в последние годы, с одной стороны, провести корреляцию верхнего кайнозоя в северных районах нашей планеты, а с другой, — расшифровать многие особенности палеогеографии Северного полушария.

Однако роль бентосных комплексов не ограничивается обоснованием горизонтов. Ископаемые остатки донной фауны кайнозоя могут с успехом использоваться и для детализации региональных схем. Этот их второй важный "выход" в стратиграфию непосредственно связан с практическим применением палеоэкологической и палеогеографической методик. Выделение маркирующих слоев, выявление основных этапов осадкоотложения тех или иных бассейнов и, как результат, обоснование мелких подразделений — все это в значительной мере способствует детализации стратиграфических схем, в чем так нуждается практика.

На примере построения стратиграфических схем кайнозоя хорошо видны две основные тенденции, проявляющиеся сейчас при разработке шкал фанерозоя: детализация региональных стратиграфических схем и точная их увязка с международной шкалой. На этом же примере хорошо видно, как задачи решаются практикой с помощью разных методов и разных групп фаун. Если биостратиграфический и физические методы имеют первостепенное значение для корреляций планетарного или регионального масштаба, то палеоэкологический метод играет наиболее важную роль при детализации местных шкал. С другой стороны, если комплексы планктонных организмов служат основой для обоснования глобальных подразделений ярусного и зонального ранга, то бентосным комплексам принадлежит исключительная роль в разработке и детализации региональных стратиграфических схем (что особенно заметно тогда, когда планктонные комплексы представлены бедно)¹. Однако при детальном изучении бентосные фауны в ряде случаев могут использоваться не только для региональных, но и более широких корреляций.

Анализ с этих позиций морских верхнекайнозойских толщ, вскрывающихся на побережьях северных районов Атлантики и Тихого океана (вместе с прилегающими к ним арктическими районами), приводит к следующим результатам.

1. Детальное изучение палеонтологических комплексов моллюсков, проведенное с учетом особенностей их эволюции, позволило существенно уточнить региональ-

¹ В какой-то мере это созвучно представлениям Шиндевольфа о двух типах ископаемых организмов, которые он предполагал использовать соответственно для широких и региональных корреляций ("орто- и парасчленение").

ные стратиграфические шкалы верхнего кайнозоя как в Северной Атлантике, так и на северном побережье Тихого океана.

В Тихоокеанской области по комплексам моллюсков в миоцене — эоплейстоцене намечены восемь горизонтов: утхолокско-вивентекский (нижний миоцен), кулувенско-ильинский, или камчатский, какертский, этолонский (средний миоцен), эрмановский (верхний миоцен), энемтенский (нижний плиоцен), берингийский, или усть-лимимтэваямский (верхний плиоцен), и тусатуваямский (эоплейстоцен). В Северной Атлантике выделены горизонты: фирлендерский, геммоорский (нижний миоцен), дингден — рейнбекский (средний миоцен), глиммертонский (верхний миоцен), Кораллиновый Краг с аналогами (нижний плиоцен), Красный Краг — нижний Исен (верхний плиоцен), верхний Исен — Брейдавик (эоплейстоцен). По комплексам моллюсков в каждой из областей можно выделить более дробные, чем горизонт, подразделения, что способствует детализации региональных стратиграфических схем.

2. Увязка бентосных комплексов с планктонными зональными комплексами и использование при корреляциях палеогеографического и физических методов позволили наметить сопоставление перечисленных горизонтов с общей шкалой. Это внесло существенные коррективы в региональные шкалы (что особенно ярко проявилось в тихоокеанских схемах, в которых до последнего времени возрастные датировки отличались провизорностью) и позволило перейти к общей корреляции стратиграфических подразделений бореальных районов Атлантики и Тихого океана. Наиболее достоверные в этом отношении данные получены по верхнекайнозойским горизонтам, комплексы которых были изучены особенно детально. Из их анализа следует, что в Северном полушарии в плиоцен-плейстоценовых толщах выделяются четыре горизонта: 1 — нижнеплиоценовый (Кораллиновый Краг — энемтенский горизонт), 2 — верхнеплиоценовый (Красный Краг — берингийский горизонт), 3 — эоплейстоценовый (верхний Исен — тусатуваямский горизонт) и сменяющий их плейстоценовый (с уровня Кромера — карагинских слоев). Что касается миоценовых горизонтов, то их сопоставление вызывает большие трудности. В настоящее время удастся наметить лишь общее соответствие толщ подразделам миоцена. В названных областях к нижнему миоцену относятся соответственно фирлендский и утхолокско-вивентекский горизонты, к среднему — дингден-рейнбекский и камчатский — этолонский, к верхнему — глиммертонский и эрмановский горизонты.

3. Из сопоставления выделенных по моллюскам плиоцен-плейстоценовых горизонтов с зонами планктонных фораминифер следует, что в целом горизонты соизмеримы с зонами и подзонами общей шкалы (горизонт 1 соответствует зонам № 19—20 шкалы Блоу, горизонт 2 — № 21, горизонты 3 и 4 — № 22—23). В связи с этим в будущем, если будет точно доказано соответствие зон и горизонтов, может встать вопрос о замене последних подразделениями международной шкалы.

Намечается решение вопроса об объеме и миоценовых горизонтов. На примере Тихоокеанской области можно сказать, что пяти-шести горизонтам бореальных разрезов соответствуют пять (шесть) зон в схеме В.А. Крашенинникова. Ряд горизонтов, как говорилось выше, уже сейчас достаточно уверенно сопоставляется с подотделами миоцена, хотя корреляция этих горизонтов с зональной шкалой нуждается еще в серьезном обосновании.

При сравнении горизонтов открытых и замкнутых (или полузамкнутых) бассейнов, в частности Понто-Каспия (Невесская и др., 1975), выявляется, что число подразделений названного района заметно превосходит число подразделений, выделяемых в других регионах и, в частности, в Тихоокеанской и Североатлантической областях. Если в Восточном Паратетисе в неогене выделяются 14—15 подразделений (в Центральном Паратетисе их число сокращается до 10), то в северной части Тихого и Атлантического океанов их только семь. Другими словами, количество стратиграфических подразделений, выделяемых в полузамкнутых бассейнах, практически в два раза превышает число горизонтов, выделяемых в отложениях открытых бассейнов.

4. Из сопоставления одновозрастных горизонтов Северной Атлантики и Тихоокеанской области следует, что характеризующие их комплексы отличаются сравнительно сильно. Это свидетельствует в пользу того, что названные районы в позднем кайнозое представляли собой самостоятельные, изолированные друг от друга биогеографические области и устойчивые связи между бореальными и арктическими бассейнами установились только с плиоценового времени.

Вместе с тем, и это весьма важно, сравнение комплексов названных выше областей показывает, что характер изменения малакофауны в них был сходен во времени. Это выражается в порядке смены биогеографических типов фаун (от теплолюбивых к сравнительно холоднолюбивым в среднем-позднем миоцене, от южно-бореальных к бореальным и северо-бореальным в плиоцене — плейстоцене), изменении общего числа видов и соотношения в количестве вымерших и ныне живущих форм в горизонтах (закономерное снижение содержания вымерших видов вверх по разрезу) и т.д. Можно думать, что все эти однонаправленные и "параллельные" изменения в комплексах разных биогеографических областей не были случайными. Они, видимо, отражают общие закономерности изменения органического мира Мирового океана и связаны с событиями планетарного масштаба.

5. Из сказанного следует, что детальный анализ комплексов моллюсков, основанный прежде всего на изучении их эволюции, биогеографических характеристик и пр., позволяет в ряде случаев проводить достаточно широкие корреляции. Основываясь на комплексах этой группы, можно не только осуществлять провинциальные сопоставления, но и намечать корреляцию тихоокеанских и североатлантических толщ, минуя американские шкалы, что еще недавно считалось невозможным.

Обращает на себя внимание тот факт, что сравнение ассоциаций разных биогеографических областей показало весьма сходное изменение содержания вымерших видов в соответствующих комплексах. По-видимому, это обстоятельство, подмеченное еще Лайелем, может быть использовано при корреляциях в качестве одного из критериев.

6. Приведенные по моллюскам материалы по-новому освещают и некоторые спорные проблемы расчленения неоген-плейстоценовых толщ и, в частности, проблеме границы плиоцена и четвертичной системы.

Так, важное значение для выделения среднего миоцена в бореальных районах имеет выявление в разрезах характерных — наиболее богатых в неогене (по систематическому составу) — теплолюбивых комплексов. Нижняя граница верхнего миоцена проводится в названных районах по появлению нового комплекса моллюсков — менее разнообразного, характеризующегося значительным числом новых относительно холоднолюбивых видов.

В то же время анализ моллюсков позволяет подойти и к расчленению плиоцена и плейстоцена. В плиоценовых толщах бореальных районов по моллюскам удается наметить две части: нижнюю — с относительно теплолюбивыми ассоциациями, которые содержат много вымерших форм (до 40%), и верхнюю — с более бедными и сравнительно холоднолюбивыми комплексами, характеризующимися меньшим содержанием вымерших видов (около 25%). Толщи, которые в прежних схемах относились к "верхнему" плиоцену, оказались охарактеризованными комплексами, мало отличающимися от современных (они отличаются лишь незначительным содержанием вымерших форм при почти полной тождественности видового состава). Поэтому отнесение этих толщ в новых схемах к четвертичной системе (эоплейстоцену) может считаться оправданным (Никифорова, 1973).

7. Стратиграфическое изучение верхнего кайнозоя бореальных и арктических районов позволяет сделать ряд палеогеографических выводов.

Из анализа геологических данных следует, что в послесреднемиоценовое время в Северном полушарии климат постепенно становился холоднее. Относительное ухудшение климатических условий началось уже в позднем миоцене, но особенно заметно оно проявилось в позднем плиоцене и в четвертичное время. Наличие во всех бореальных районах относительно холоднолюбивых позднеплиоценовых

комплексов свидетельствует о том, что первое заметное похолодание в Северном полушарии наступило в плиоцене около 3 млн. лет назад; второе, более существенное похолодание, проявившееся более ярко и более широко, — в эоплейстоценовое время. Третье, наиболее мощное, похолодание, сопровождавшееся климатическими колебаниями, проявилось в плейстоцене. Эти выводы находят свое подтверждение в материалах по развитию ледниковых образований в древних толщах как материковых, так и океанических разрезов.

Из анализа стратиграфических данных следует, что в плиоцене, после разрушения Берингийской суши, произошла значительная миграция моллюсков из Тихого океана в Арктику и Северную Атлантику, но распространению их вдоль Атлантического побережья мешал "барьер" — климатический и (или) физический (мост Туле), обусловивший своеобразие североморских комплексов. В самом начале четвертичного времени, после разрушения барьера и относительного похолодания, в Северной Атлантике наблюдалась миграция бореальных комплексов в южные районы (вплоть до Средиземноморья), с одновременным внедрением некоторых атлантических форм в Арктический и — частично — Северо-Тихоокеанский районы. В отдельные отрезки четвертичного времени в связи с похолоданием проходила миграция арктических комплексов в северные районы Атлантического и Тихого океанов.

Рассмотренный материал показывает, что, несмотря на многочисленные трудности в корреляции верхнекайнозойских толщ северных районов, сейчас можно говорить не только о возможности широких сопоставлений этих толщ, но и о создании достаточно достоверных вариантов таких сопоставлений. Приведенные в данной работе корреляционные схемы, созданные для средне- и высокоширотных районов Северного полушария на основе древних комплексов моллюсков, являются одной из первых попыток такого рода.

Отмечая большую роль комплексов моллюсков в стратиграфическом расчленении отложений шельфовых зон, необходимо вместе с тем подчеркнуть перспективность в создании стратиграфических шкал северных районов ряда других групп, которые характеризуют не только шельфовые, но и океанические осадки и смыкаются с зональными комплексами тропических районов, что открывает дорогу к еще более обоснованному использованию зональных шкал в северных областях. К таким группам можно отнести микроорганизмы с кремневым скелетом (диатомовые и радиолярии), которые уже сейчас дают обнадеживающие результаты, хотя их изученность остается сравнительно слабой.

Создание новых стратиграфических схем кайнозоя в северных районах позволяет подходить к расшифровке их геологического развития более объективно. В то же время разработка достоверных стратиграфических схем Северного полушария представляется важной предпосылкой для решения такой актуальной задачи геологии, как оценка синхронности планетарных геологических процессов прошлого. Особое значение создание обоснованных и подробных стратиграфических схем имеет для осуществления целенаправленных поисковых и прежде всего нефтепоисковых работ, которые сейчас широко развернулись не только на суше, но и в шельфовых зонах.

ЛИТЕРАТУРА

- Агапитов Д.И., Иванов В.В., Крайнов В.Г.* 1974. Новые данные по геологии и перспективы нефтегазоносности Анадырской впадины. — Геол. и геофиз., № 1.
- Андреев С.И., Генин Б.Л.* 1969. Палеомагнитная корреляция плиоцен-раннечетвертичного комплекса юго-западной части Корякского нагорья. — Уч. зап. НИИГА, регион. геол., вып. 14.
- Андрусов Н.И.* 1918. Взаимоотношение Эвксинского и Каспийского бассейнов в неогеновую эпоху. — Изв. Росс. АН. Сер. 6, 12, № 8.
- Афанасьева Н.С., Гладенков Ю.Б., Серова М.Я.* 1974. Новые данные о расчленении и возрасте третичных отложений центральной части Пенжинского прогиба (Корякского нагорья). — Сов. геол., № 1.
- Ахметьев М.А.* 1974. Оligоценовые и миоценовые флоры юга Дальнего Востока СССР как показатели климатической обстановки. — Изв. АН СССР. Сер. геол., № 4.
- Ахметьев М.А., Братцева Г.М., Запорожец Н.И.* 1974. Новые данные по стратиграфии третичных плато-базальтов Восточной Исландии. — ДАН СССР, 218, № 2.
- Бараш М.С., Блюм Н.С.* 1974. Распространение видов планктонных фораминифер в осадках Атлантического океана в зависимости от температуры воды. — В кн.: Микропалеонтология океанов и морей. М., "Наука".
- Белкин В.И.* 1971. Стратиграфия и литология неогеновых отложений Печорского бассейна. — В кн.: Стратиграфия неогена востока европейской части СССР. М., "Наука".
- Белкин В.И., Зархидзе В.С., Семенов И.Н.* 1972а. Колвинская свита севера Тимано-Уральской обл. — В кн.: Вопросы стратиграфии и корреляции плиоценовых и плейстоценовых отложений северной и южной частей Приуралья, вып. 1. Уфа.
- Белкин В.И., Зархидзе В.С., Семенов И.Н.* 1972б. Стратиграфический разрез колвинской серии. — В кн.: Вопросы стратиграфии и корреляции плиоценовых и плейстоценовых отложений северной и южной частей Приуралья, вып. 1, Уфа.
- Белов Н.А., Лапина Н.Н.* 1961. Донные отложения Арктического бассейна. Л., изд-во "Морской транспорт".
- Белоусов В.В., Милановский Е.Е.* 1975. О тектонике и тектоническом положении Исландии. — Бюл. МОИП. Отд. геол., 50, вып. 3.
- Беляев Г.М.* 1966. Донная фауна наибольших глубин Мирового океана. М., "Наука".
- Берг Л.С.* 1918. О причинах сходства фауны северных частей Атлантического и Тихого океанов. — "Изв. Росс. АН", № 16.
- Берг Л.С.* 1931. Ландшафтно-географические зоны СССР, ч. 1. М.-Л., Сельхозгиз.
- Беспалый В.Г., Борзунова Г.П., Давидович Т.Д.* и др. 1972. К вопросу о возрасте золотоносных морских отложений ольховской свиты (Восточная Камчатка). — Труды Сев.-Вост. комплексн. ин-та ДВ науч. центра АН СССР, вып. 44. Магадан.
- Бискэ С.Ф.* 1971. Корреляция палеогеновых и неогеновых континентальных отложений Аляски и Северо-Востока Азии по палеоботаническим данным. — Геол. и геофиз., № 8.
- Бискэ С.Ф.* 1975. Стратиграфическая схема неогеновых континентальных отложений Крайнего Северо-Востока. — В кн.: Кайнозой Северо-Востока СССР. Тезисы докладов Межведомственного стратиграфического совещания. Магадан.
- Бискэ С.Ф., Баранова Ю.П.* 1966. Неоген Северо-Востока СССР. — В кн.: Геологическое строение северо-западной части Тихоокеанского подвижного пояса. М., "Недра".
- Богдаева В.И., Гладенков Ю.Б.* 1963. Стратиграфия верхнемеловых и третичных отложений нижнего течения реки Хатырки. — В кн.: Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР, вып. 16, Магадан.
- Бордовская Г.Н., Лосева Э.И.* 1972. Палеогеографическая обстановка конца кайнозоя в бассейне р. Шапкиной. — В кн.: Вопросы стратиграфии и корреляция плиоценовых и плейстоценовых отложений северной и южной частей Приуралья, вып. 1. Уфа.
- Борисляк А.А., Беляева Е.И.* 1948. Местонахождение третичных наземных млекопитающих на территории СССР. — Труды ПИН АН СССР, 15, вып. 3.
- Боярская Т.Р., Малаева Е.М.* 1967. Развитие растительности Сибири и Дальнего Востока в четвертичном периоде. М., "Наука".

- Бронева В.А., Брызжева Н.Н., Гарцкий Р.Г.* и др. 1969. Фашии и фораминиферовые комплексы среднего палеогена северо-западного Приуралья. — Изв. АН СССР. Сер. геол., № 8.
- Буданцев Л.Ю.* 1970. Некоторые проблемы изучения флоры Арктики эпохи раннего кайнофита. — В кн.: Северный Ледовитый океан и его побережье в кайнозое. Л., Гидрометеиздат.
- Бурк Х.Д.М., Ван-Эрде Л.А., Харсведд Т.М.* и др. 1959. Геология Нидерландов. Пер. с голланд. М., ИЛ.
- Бурлин Ю.К., Донцов В.В., Пастухова Т.М.* 1974. О дальнейшем направлении нефтепоисковых работ на Северо-Востоке СССР. — Геол. нефти и газа, № 5.
- Вахрамеев В.А.* 1974. Палеонтология. В кн.: Проблемы геологии и полезных ископаемых на XXIV сессии Междунар. геол. конгресса. М., "Наука".
- Венцо С.* 1964. Граница между плиоценом и плейстоценом в Италии. — Бюл. Комис. по изуч. четвертич. периода АН СССР, № 29.
- Верещагин В.Н.* 1964. Позднемиоценовая Тихоокеанская биогеографическая область. — В кн.: Стратиграфия верхнего палеозоя и мезозоя южных биогеографических провинций. (Междунар. геол. конгресс. XXII сессия. Докл. сов. геологов. Проблема 16а). М., "Недра".
- Верещагин В.Н.* 1969. Биогеографические области СССР и их значение для стратиграфии. — В кн.: Геологическое строение СССР, т. 5. М., "Недра".
- Владимиров А.С., Жидкова Л.С., Кузина И.Н., Ратновский И.И.* 1963. Сопоставление стратиграфических разрезов неогеновых отложений северо-востока Сахалина по данным изучения макрофауны. — Труды ВНИГРИ, вып. 224.
- Власов Г.М.* 1964. Об изменениях климата в палеогеновое и неогеновое время на территории Дальнего Востока. — ДАН СССР, 157, № 3.
- Волошинова Н.А., Леоненко Л.С.* 1973. Палеоэкология фораминифер и их значение для стратиграфии и выяснения условий образования осадков. — Труды Ин-та геол. и геофиз. СО АН СССР, вып. 62.
- Волошинова Н.А., Кузнецова В.Н., Леоненко Л.С.* 1971. Фораминиферы неогеновых отложений Сахалина. — Труды ВНИГРИ, вып. 284.
- Геккер Р.Ф.* 1957. Введение в палеоэкологию. М., Госгеолтехиздат.
- Геккер Р.Ф., Осипова А.И., Бельская Т.Н.* 1962. Ферганский залив палеогенового моря Средней Азии. Его история, осадки, фауна, флора, условия их обитания и развития. Кн. 1–2. М., Изд-во АН СССР.
- Геология СССР, т. 26. 1970. Острова Советской Арктики. Геологическое описание М., "Недра".
- Геологическое развитие Японских островов. 1968. Под ред. М. Масаи, Г. Масаи, Ф. Мицуо. М., "Мир".
- Гитерман Р.Е., Петров О.М., Хорева И.М.* 1975. Морские верхнеплиоценовые и нижнечетвертичные отложения Восточной Камчатки. — В кн.: Кайнозой северо-востока СССР. Тезисы докладов Междуведомственного стратиграфического совещания. Магадан.
- Гладенков Ю.Б.* 1970а. Йолдии в палеогене и неогене севера Тихоокеанской области. — Изв. АН СССР. Сер. геол., № 3.
- Гладенков Ю.Б.* 1970б. Йолдии неогена Западной Камчатки. — Изв. АН СССР. Сер. геол., № 8.
- Гладенков Ю.Б.* 1971а. К разработке стратиграфии неогена северной части Тихоокеанской области. — Сов. геол., № 4.
- Гладенков Ю.Б.* 1971б. Неогеновые Йолдии северо-восточной части Камчатки (Ильпинский п-ов). — Изв. АН СССР. Сер. геол., № 1.
- Гладенков Ю.Б.* 1972а. Некоторые дискуссионные вопросы стратиграфии. — Изв. АН СССР. Сер. геол., № 11.
- Гладенков Ю.Б.* 1972б. Неоген Камчатки. — Труды ГИН АН СССР, вып. 214.
- Гладенков Ю.Б.* 1973а. Йолдии неогена Северного Сахалина. — ДАН СССР, 208, № 6.
- Гладенков Ю.Б.* 1973б. Некоторые аспекты позднекайнозойской истории Берингова пролива в свете стратиграфических данных по Исландии. — В кн.: Берингийская суша и ее значение для развития голарктических флор и фаун в кайнозое. Тезисы докл., Хабаровск.
- Гладенков Ю.Б.* 1973в. Некоторые дискуссионные вопросы стратиграфии верхнего кайнозоя. — Стратиграфия, палеогеография и литогенез антропогена Евразии. М., Изд. ГИН АН СССР.
- Гладенков Ю.Б.* 1974а. Палеонтологическая характеристика плиоплейстоцена Северной Атлантики (Исландия). — Изв. АН СССР. Сер. геол., № 7.
- Гладенков Ю.Б.* 1974б. Плиоцен Северной Атлантики (английские стратотипические разрезы). Бюл. МОИП. Отд. геол., 49, вып. 6.
- Гладенков Ю.Б., Гурарий Г.З.* 1976. Палеомагнитная характеристика плио-плейстоцена Исландии (п-ова Тьернес). — ДАН СССР, 230, № 5.
- Гладенков Ю.Б., Краснов Е.В., Игнатьев А.В., Шейгус В.Е.* 1975. О температурных условиях обитания позднекайнозойских моллюсков Северной Атлантики. — ДАН СССР, 223, № 1.
- Гладенков Ю.Б., Музылев Н.Г.* 1972. Морские диатомовые водоросли неогена Восточной Камчатки и Северного Сахалина. — Изв. АН СССР. Сер. геол., № 8.
- Гладенков Ю.Б., Петров О.М., Синельникова В.Н.* 1972. Плиоцен-плейстоценовая граница в северо-западной Пацифике. — В кн.: Доклады Международного коллоквиума по проблеме "Граница между неогеном и четвертичной системой", № 3. М., Изд. ГИН АН СССР.
- Гладенков Ю.Б., Синельникова В.Н.* 1972. Стратиграфия неогена Дальнего Востока в

- свете новых палеонтологических данных. — Бюл. МОИП. Отд. геол., 47, вып. 4.
- Гладенков Ю.Б., Цикунов А.Г.* 1966. Стратиграфия неогеновых отложений Восточной Камчатки (Валагинский хребет). — Изв. АН СССР. Сер. геол., № 5.
- Голиков А.Н.* 1963. Брюхоногие моллюски рода *Neritinea*. — Фауна СССР, т. 5, вып. 1. Нов. сер., 85. М.-Л., Изд-во АН СССР.
- Голиков А.Н., Скарлато О.А.* 1967. Моллюски залива Посыет (Японское море) и их экология. — Труды ЗИН АН СССР, 42.
- Голиков А.Н., Скарлато О.А.* 1972. Об определении оптимальных температур обитания морских пойкилотермных животных путем анализа температурных условий на краях их ареалов. — ДАН СССР, 203, № 5.
- Голкинс Д.И.* 1965. Четвертичные морские трансгрессии на Аляске. — Труды НИИГА, 143.
- Гудина В.И.* 1966. Фораминиферы и стратиграфия четвертичных отложений северо-запада Сибири. М., "Наука".
- Гудина В.И.* 1969. Морской плейстоцен Сибирских равнин. Фораминиферы Енисейского севера. — Труды Ин-та геол. и геофиз. СО АН СССР, вып. 63.
- Гурьянова Е.Ф.* 1957. Закономерности распределения современной морской фауны и принципы районирования Мирового океана. — В кн.: Вопросы палеобиогеографии и биостратиграфии. (Труды I сессии Всесоюзного Палеонтологического Общества). М., Госгеотехиздат.
- Гурьянова Е.Ф.* 1970. Особенности фауны Северного Ледовитого океана и их значение для понимания истории ее формирования. — В кн.: Северный Ледовитый океан и его побережье в кайнозое. Л., Гидрометеониздат.
- Гурьянова Е.Ф.* 1972. Зоогеографическое районирование моря. — В кн.: Исследования фауны морей, т. 10. Фауна Тонкинского залива и условия ее существования. Л., "Наука".
- Давиташвили Л.Ш.* 1948. Теоретические основы синхронизации верхнетретичных отложений Черноморско-Каспийского бассейна. — В кн.: Материалы ВСЕГЕИ, палеонтология и стратиграфия, сб. 5.
- Данбар К., Роджерс Дж.* 1962. Основы стратиграфии. М., ИЛ.
- Деменецкая Р.М., Карасик А.М.* 1971. Проблемы генезиса Северного Ледовитого океана. — В кн.: История Мирового океана. М., "Наука".
- Диаatomовые водоросли СССР (ископаемые и современные). Т. 1. 1974. Л., "Наука".
- Докучев В.В.* 1899. К учению о зонах природы. Горизонтальные и вертикальные зоны. СПб.
- Долматова Л.М.* 1974. Диаatomовые водоросли неогеновых отложений северо-западной части Тихого океана (Командорские о-ва, о-в Карагинский). — В кн.: Микропалеонтология океанов и морей. М., "Наука".
- Друшц Ю.Г., Синельникова В.Н., Фотьянова Л.И.* 1972. Об объеме, палеонтологической характеристике и возрасте эрмановской свиты Камчатки. — ДАН СССР, 196, № 3.
- Дуброво И.А., Синельникова В.Н.* 1971. Десмостилиды неогена Камчатки. — ДАН СССР, 199, № 3.
- Егизаров Б.Х.* 1969. Геологическое строение Аляски и Алеутских островов. Л., "Недра".
- Жамойда А.И., Меннер В.В.* 1974. Две основные тенденции разработки стратиграфической классификации. — В кн.: Проблемы геологии и полезных ископаемых на XXIV сессии Международного геологического конгресса. М., "Наука".
- Жамойда А.И., Ковалевский О.П., Моисеева А.И.* 1969. Обзор зарубежных стратиграфических кодексов. М., "Наука".
- Жегалло В.И.* 1973. Межконтинентальные связи некоторых групп млекопитающих Евразии и Северной Америки в неогене. — В кн.: Берингийская суша и ее значение для развития голарктических флоры и фауны в кайнозое. Тезисы докл. Хабаровск.
- Жидкова Л.С., Мишаков Г.С., Неворова Т.И.* и др. 1974. Биофациальные особенности мезокайнозойских бассейнов Сахалина и Курильских островов, Новосибирск, "Наука".
- Жижченко Б.П.* 1959. Методы палеогеографических исследований. Л., Госгостехиздат.
- Жижченко Б.П.* 1965. К вопросу об условиях осадконакопления и методах палеогеографических построений. — Сов. геол., № 9.
- Жинью М.* 1952. Стратиграфическая геология. (Пер. с франц.) М., ИЛ.
- Жузе А.П.* 1962. Стратиграфические и палеогеографические исследования в северо-западной части Тихого океана. — М., Изд-во АН СССР.
- Жузе А.П.* 1969. Силикофлягелляты в донных осадках плейстоцена и позднего плиоцена Тихого океана. — В кн.: Основные проблемы микропалеонтологии и органического осадконакопления в океанах и морях. М., "Наука".
- Жузе А.П.* 1974. Олигоцен-миоценовые биостратиграфические зоны диатомей тропической области Тихого океана. — В кн.: Микропалеонтология океанов и морей. М., "Наука".
- Загорская Н.Г., Кулаков Ю.Н., Пуминов А.П.* и др. 1972. Основные проблемы стратиграфии и палеогеографии верхнего кайнозоя северной окраины Евразии. — В кн.: Проблемы изучения четвертичного периода. М., "Наука".
- Загорская Н.Г., Кулаков Ю.Н., Пуминов А.П.* и др. 1973. Позднейкайнозойская история шельфа Советской Арктики. — В кн.: Новейшая тектоника и палеогеография Советской Арктики в связи с оценкой минеральных ресурсов. Л.
- Загорская Н.Г., Суздальский О.В.* 1969. Корреляция разрезов плиоцена и шейстоцена зоны трансгрессий и основные этапы геологической истории бассейна реки Печоры и Западной Сибири. — В кн.: Материалы к проблемам геологии позднего кайнозоя. Л., Изд. НИИГА.

- Зархидзе В.С.** 1970. История развития фауны морских моллюсков приатлантического сектора Арктики в позднем кайнозое. — В кн.: Северный Ледовитый океан и его побережье в кайнозое. Л., Гидрометеиздат.
- Зархидзе В.С.** 1971. Комплексы моллюсков из неогеновых отложений и их стратиграфическое значение. — В кн.: Стратиграфия неогена востока европейской части СССР. М., "Недра".
- Зархидзе В.С.** 1972. Падимейская толща западных и центральных районов Тимано-Уральской области. — В кн.: Вопросы стратиграфии и корреляции плиоценовых и плейстоценовых отложений северной и южной частей Приуралья, вып. 1. Уфа.
- Зенкевич Л.А.** 1963. Биология морей СССР. М., Изд-во АН СССР.
- Ильина А.П.** 1963. Моллюски неогена Камчатки. — Труды ВНИГРИ, вып. 202.
- Ильина Л.Б.** 1966. История гастропод Черног моря. — Труды ПИН АН СССР, 110.
- Карташова Г.Г., Кокицев В.Н.** 1972. Основные этапы осадконакопления части Яно-Индигирской низменности в кайнозое. — Вести. МГУ. Сер. геогр., № 2.
- Келлер Б.М.** Стратиграфические подразделения. — Изв. АН СССР. Сер. геол., № 6.
- Келлер Б.М.** 1966. Подразделения единой стратиграфической шкалы докембрия. — ДАН АН СССР, 171, № 6.
- Кирсанов Н.В.** 1971. Ачтагыл Поволжья. — В кн.: Стратиграфия неогена востока европейской части СССР. М., "Недра".
- Кирюшина М.Т.** 1963. Основные черты новейшей тектоники центрального сектора Советской Арктики. — Труды НИИГА, 135.
- Козлова Г.Э.** 1974. Зональное расчленение кайнозойских океанических осадков по радиояриям. — В кн.: Новые данные по микрофауне и стратиграфии палеозойских, мезозойских и кайнозойских отложений СССР. Л.
- Колесников В.П.** 1939. О закономерностях развития замкнутых бассейнов. — ДАН СССР, 23, № 3.
- Колесников В.П.** 1941. О "цикличности" развития третичных фаун. — ДАН СССР, 31, № 1.
- Коробков И.А.** 1954. Справочник и методическое руководство по третичным моллюскам. Пластинчатожаберные. Л., Гостоптехиздат.
- Красилов В.А.** 1974. Зональная стратиграфия и принцип регионального параллелизма. — Геол. и геофиз., № 8.
- Краснов И.И., Никифорова К.В.** 1973. Схема стратиграфии четвертичной (антропогеновой) системы, уточненная по материалам последних лет. — В кн.: Стратиграфия, палеогеография и литогенез антропогена Евразии. М., Изд. ГИН АН СССР.
- Крашенинников В.А.** 1969а. Географическое и стратиграфическое распределение планктонных фораминифер в отложениях палеогена тропической и субтропической областей. — Труды ГИН АН СССР, вып. 202.
- Крашенинников В.А.** 1969б. О дружной шкале миоцена открытых морских бассейнов тропической и субтропической областей. — Вопросы микропалеонтологии, вып. 11. М., "Наука".
- Крашенинников В.А.** 1971а. Стратиграфия и фораминиферы кайнозойских пелагических осадков северо-западной части Тихого океана (по материалам глубоководного бурения). — В кн.: Вопросы микропалеонтологии, вып. 14. М., "Наука".
- Крашенинников В.А.** 1971б. Стратиграфия миоценовых отложений Средиземноморья по фораминиферам. — Труды ГИН АН СССР, вып. 220.
- Крашенинников В.А.** 1973. Стратиграфия миоценовых отложений области Атлантического, Индийского и Тихого океанов по фораминиферам. — Труды ГИН АН СССР, вып. 233.
- Криштофович А.Н.** 1939. Новая система региональной стратиграфии. — Сов. геол., № 9.
- Криштофович А.Н.** 1945. Унификация геологической терминологии и новая система региональной стратиграфии. — В кн.: Материалы ВСЕГЕИ, палеонтология и стратиграфия, сб. 4.
- Криштофович Л.В.** 1961. Сопоставление третичных отложений Северной части Тихоокеанского кольца кайнозойской складчатости. — В кн.: Материалы Совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем Сахалина, Камчатки, Курильских и Командорских островов, состоявшегося в г. Охе, 1959. М., Гостоптехиздат.
- Криштофович Л.В.** 1964. Моллюски третичных отложений Сахалина. — Труды ВНИГРИ, вып. 232.
- Криштофович Л.В.** 1969. Провинциальная стратиграфическая схема морских палеогеновых и неогеновых отложений северо-западной части Тихоокеанской области. — В кн.: Биостратиграфия, фауна и флора кайнозоя северо-западной части Тихоокеанского подвижного пояса. М., "Наука".
- Криштофович Л.В., Ильина А.П.** 1954. Моллюски третичных отложений Южного Сахалина. — Труды ВНИГРИ, вып. 10.
- Криштофович Л.В., Ильина А.П.** 1961. Биостратиграфия палеогеновых и неогеновых отложений Тигильского района Западной Камчатки. — В кн.: Материалы совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем Сахалина, Камчатки, Курильских и Командорских островов, состоявшегося в г. Охе, 1959. М., Гостоптехиздат.
- Кузнецов А.П.** 1963. Фауна донных беспозвоночных прикамчатских вод Тихого океана и северных Курильских островов. — М., Изд-во АН СССР.
- Кузнецов А.П.** 1964. Распределение донной фауны западной части Берингова моря по трофическим зонам и некоторые общие вопросы трофической зональности. — Труды Ин-та океанол. АН СССР, 69.

- Кузнецов Л.А., Прохорова К.В., Станкевич Е.Ф.* 1971. К вопросу о наличии неогеновых отложений в Печорской низменности. — В кн.: Стратиграфия неогена востока европейской части СССР. М., "Недра".
- Лев О.М.* 1972. Биономические и палеогеографические условия морских неоген-четвертичных бассейнов севера СССР по фауне остракод. — В кн.: Новейшая тектоника и палеогеография Советской Арктики в связи с оценкой минеральных ресурсов. Л., Изд-е НИИГА.
- Леонов Г.П.* 1973. Основы стратиграфии, т. 1. Изд-во МГУ.
- Леонов Г.П.* 1974. Основы стратиграфии, т. 2. Изд-во МГУ.
- Лившиц Ю.Я.* 1973. Палеогеновые отложения и платформенная структура Шпицбергена. — Труды НИИГА, 174.
- Линькова Т.И.* 1965. Некоторые результаты палеомагнитных исследований донных осадков Северного Ледовитого океана. — В кн.: Настоящее и прошлое магнитного поля Земли. М., "Наука".
- Майр Э.* 1971. Принципы зоологической систематики. М., "Мир".
- Марковский В.П.* 1966. Методы биофациального анализа. М., "Недра".
- Матвеева Т.А.* 1971. Распределение фауны в антропогенных отложениях севера Печорской низменности. — Труды ВНИГРИ, вып. 303.
- Меннер В.В.* 1962. Биостратиграфические основы сопоставления морских, лагунных и континентальных свит. — Труды ГИН АН СССР, вып. 65.
- Меннер В.В.* 1965. К общей стратиграфии кайнозоя (итоги и перспективы). — В кн.: Проблемы стратиграфии кайнозоя. (Международный геол. конгресс. XXII сессия. Докл. сов. геологов. Проблема 16 ж). М., "Недра".
- Меннер В.В.* 1971. Пространственное значение стратиграфических подразделений. — Бюл. МОИП. Отд. геол., 46, вып. 2.
- Меннер В.В.* 1972. К вопросу о нижней границе антропогена. — В кн.: Доклады Международного коллоквиума по проблеме "Граница между неогеном и четвертичной системой", № 2. М., Изд. ГИН АН СССР.
- Меннер В.В.* 1974. О деятельности Международной комиссии по стратиграфии. — В кн.: Проблемы геологии и полезных ископаемых на XXIV сессии Международного геологического конгресса. М., "Наука".
- Меннер В.В., Куликова В.Н.* 1961. К вопросу о возможности детализации стратиграфии плиоценовых отложений Камчатки. — В кн.: Материалы Совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем Сахалина, Камчатки, Курильских и Командорских островов, состоявшегося в г. Охе, 1959. М., Госоптехиздат.
- Меннер В.В., Невеская Л.А., Габуния Л.К., Носовский М.Ф.* 1976. Проблема стратиграфии неогена Средиземноморья. — Бюл. МОИП. Отд. геол., 51, вып. 5.
- Меннер В.В., Никифорова К.В., Певзнер М.А.* и др. 1972. Палеомагнетизм в детальной стратиграфии верхнего кайнозоя. — Изв. АН СССР. Сер. геол., № 6.
- Мерклин Р.Л.* 1950. Пластинчатожабберные спиралисловых глин, их среда и жизнь. — Труды ПИН АН СССР, 28.
- Мерклин Р.Л.* 1962. Элементы экологии и палеоэкологии морских организмов. — В кн.: Палеонтология беспозвоночных. М., Изд-во МГУ.
- Мерклин Р.Л., Петров О.М., Гонкиис Д.М., Мак-Нейл Ф.С.* 1964. Попытка корреляции позднекайнозойских морских осадков Чукотки, Северо-Восточной Сибири и Западной Аляски. — Изв. АН СССР. Сер. геол., № 10.
- Мишаков Г.С.* 1969. К вопросу о палеогеографии Северо-Сахалинского неогенового седиментационного бассейна. — Труды ВНИГРИ, вып. 255.
- Мосевич Н.А.* 1928. Материалы к систематике, экологии и распространению современных ископаемых *Yoldia arctica* Gray. — В кн.: Материалы Комиссии по изучению ЯА ССР, вып. 19. Л.-М., Изд-во АН СССР.
- Муратов М.В.* 1961. О тектоническом строении и положении Исландии. — Изв. вузов. Сер. геол. и разв., № 12.
- Муратов М.В.* 1974. История развития растительности и климата Юго-Восточной Чукотки в неогене-плейстоцене. М., "Наука".
- Невеская Л.А., Ильина Л.В., Носовский М.Ф., Парамонова Н.П.* 1975. Ярусная шкала неогеновых отложений юга СССР (Вост. Паратетис). — Изв. АН ССР. Сер. геол., № 2.
- Нейман А.А.* 1963. Количественное распределение бентоса на шельфе в верхних горизонтах восточной части Берингова моря. — Труды Всесоюз. научн.-исслед. ин-та морск. рыбн. хоз-ва и океанографии, 48, вып. 1.
- Немкова В.К.* 1972. К вопросу о растительности времени формирования колвинской свиты по разрезу у пос. Тобсела. — В кн.: Вопросы стратиграфии и корреляции плиоценовых и плейстоценовых отложений северной и южной частей Приуралья, вып. 1. Уфа.
- Никифорова К.В.* 1973. Нижняя граница четвертичной (антропогеновой) системы. — В кн.: Стратиграфия и палеонтология. (Итоги науки и техники, т. 4.) М., ВИНТИ.
- Основы палеонтологии. 1960. Справочник для палеонтологов и геологов СССР. Моллюски (панширные, двустворчатые, лопатоногие). М., Изд-во АН СССР.
- Певзнер М.А.* 1972. Палеомагнетизм и стратиграфия плиоцен-четвертичных отложений Камчатки. — Труды ГИН АН СССР, вып. 235.
- Пергамент М.А.* 1969. Зональные подразделения мела северо-востока Азии и сопоставление с американской и европейской шкалами. — Изв. АН СССР. Сер. геол., № 4.

- Петров О.М.* 1966. Стратиграфия и фауна морских моллюсков четвертичных отложений Чукотского полуострова. — Труды ГИН АН СССР, вып. 155.
- Попова-Львова М.Г.* 1972. Остракоды из опорного разреза колвинской свиты у пос. Тобседа. — В кн.: Вопросы стратиграфии и корреляции плиоценовых и плейстоценовых отложений северной и южной частей Приуралья, вып. 1. Уфа.
- Пушкарь В.С., Куклина Т.А., Синельникова В.Н.* 1976. Диатомы кавранской серии Западной Камчатки. — Изв. АН СССР, Сер. геол., № 6.
- Раузер Черноусова Д.М.* 1967. О зонах единых и региональных стратиграфических шкал. — Изв. АН СССР, Сер. геол., № 7.
- Решение Межведомственного совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем для Сахалина, Камчатки, Курильских и Командорских островов. 1961. М., Гостоптехиздат.
- Рютген М.Г., Венсинк Х.* 1963. Палеомагнитные данные, оледенения и стратиграфия плио-плейстоцена в Исландии. — Труды XXI Междунар. геол. конгресса, вып. 1. М., ИЛ.
- Савилов А.И.* 1961. Экологическая характеристика донных сообществ беспозвоночных Охотского моря. — Труды Ин-та океанол. АН СССР, 46.
- Савицкий В.О.* 1969. Вопросы систематики кайнозойских Nuculanidae Дальнего Востока. — Труды Сах. комплекс. научн.-исслед. ин-та, вып. 21.
- Сакс В.Н., Басов В.А., Дагис А.А.* и др. 1971. Палеозоогеография морей бореального пояса в юре и неокоме. — В кн.: Проблемы общей и региональной геологии. Новосибирск, "Наука".
- Сатин В.Е., Степанов А.Н., Танченко Д.Ф.* 1971. Новые данные о наличии неогеновых отложений на северо-востоке европейской части СССР. — В кн.: Стратиграфия неогена востока европейской части СССР. М., "Недра".
- Семенов И.Н.* 1972. Фораминиферы из стратотипического разреза колвинской свиты. — В кн.: Вопросы стратиграфии и корреляции плиоценовых и плейстоценовых отложений северной и южной частей Приуралья, вып. 1. Уфа.
- Семенов И.Н.* 1973. Стратиграфия антропогенных отложений Большеземельской тундры по фораминиферам. М., "Наука".
- Семихатов М.А.* 1974. Стратиграфия и геохронология протерозоя. — Труды ГИН АН СССР, вып. 256.
- Серова М.Я.* 1969. Зональное расчленение и корреляция палеогеновых отложений северо-западной части Тихоокеанской провинции. — В кн.: Биостратиграфия, фауна и флора кайнозоя северо-западной части Тихоокеанского подвижного пояса. М., "Наука".
- Синельникова В.Н.* 1969. Плиоцен Западной Камчатки. — В кн.: Биостратиграфия, фауна и флора кайнозоя северо-западной части Тихоокеанского подвижного пояса. М., "Наука".
- Синельникова В.Н.* 1973. О возрасте какертской свиты (Западная Камчатка). — Изв. АН СССР, Сер. геол., № 9.
- Синельникова В.Н., Друшиц Ю.Г.* 1971. Биостратиграфия кавранских и энемтенских отложений Западной Камчатки (миоцен-плиоцен). — Изв. АН СССР, Сер. геол., № 5.
- Синельникова В.Н., Скиба Л.А., Фотьянова Л.И.* 1967. О плиоценовой (энемтенской) флоре Западной Камчатки. — Изв. АН СССР, Сер. геол., № 8.
- Синельникова В.Н., Серова М.Я., Скиба Л.А., Фотьянова Л.И.* 1975. Развитие комплексов фауны и флоры в неогене Западной Камчатки. — Бюл. МОИП. Отд. геол., 50, вып. 1.
- Скарлато О.А.* 1960. Двустворчатые моллюски дальневосточных морей СССР. (Отряд Dysodonta). В кн.: Определители по фауне СССР. Изд. ЗИН АН СССР, вып. 71. М.-Л., Изд-во АН СССР.
- Скиба Л.А.* 1975. История развития растительности Камчатки в позднем кайнозое. — Труды ГИН АН СССР, вып. 276.
- Слободин В.Я., Суздальский О.В.* 1969. Стратиграфия плиоцена и плейстоцена северо-востока Западной Сибири. — В кн.: Материалы к проблемам геологии позднего кайнозоя. Л.
- Слодкевич В.С.* 1938. Третичные пелециподы Дальнего Востока. — В кн.: Палеонтология СССР, т. 10, ч. 3, вып. 18, 19.
- Соколов Б.С.* 1971. Биохронология и стратиграфические границы. — В кн.: Проблемы общей и региональной геологии. Новосибирск, "Наука".
- Соколова М.Н.* 1964. Некоторые закономерности распределения пищевых группировок глубоководного бентоса. — Океанология. № 6.
- Степанов Д.Л.* 1958. Принципы и методы биостратиграфических исследований. — Труды ВНИГРИ, вып. 113.
- Стратиграфическая классификация, терминология и номенклатура. 1969. Л., "Недра".
- Стратиграфические и геохронологические подразделения. 1954. М., Госгеолтехиздат.
- Страхов Н.М.* 1963. Типы литогенеза и их эволюция в истории Земли. М., Госгеолтехиздат.
- Суздальский О.В.* 1969. О нижней возрастной границе, стратиграфическом объеме разреза зоны трансгрессий и некоторых межрегиональных корреляциях. — В кн.: Материалы к проблемам геологии позднего кайнозоя. Л.
- Суздальский О.В., Слободин В.Я.* 1969. Стратиграфия плиоцена и плейстоцена Западной Сибири в зоне трансгрессий. — В кн.: Материалы к проблемам геологии позднего кайнозоя. Л.
- Таманова С.В.* 1973. Фораминиферы современных осадков Арктического бассейна. — В кн. Геология моря, вып. 2. Л.
- Тораринссон С.* 1970. Срединная зона Исландии. — В кн.: Система рифтов Земли. Пер. с англ., М., "Мир".

- Торсон Г.** 1965. Продолжительность жизни личинок донных беспозвоночных в пелагической планктонной среде в связи с переносом их океаническими течениями. — В кн.: Океанография, М., "Прогресс".
- Троицкий С.Л.** 1970. Общий обзор плейстоценовых морских фаун северного побережья Евразии. — В кн.: Северный Ледовитый океан и его побережье в кайнозое. Л., Гидрометеониздат.
- Троицкий С.Л.** 1972. Морской плейстоцен северного побережья Азии. — В кн.: Проблемы изучения четвертичного периода, М., "Наука".
- Ушаков П.В.** 1953. Фауна Охотского моря и условия ее существования. Л., Изд-во АН СССР.
- Файнберг Ф.С., Беспалый В.Г., Ремизовский Р.И.** 1970. Биостратиграфия и палеомагнетизм позднекайнозойских образований южной части Параллельского дола (Камчатка). — Труды Сев.-Вост. комплексн. научн.-исслед. ин-та СО АН СССР, вып. 37.
- Файнберг Ф.С., Синельникова В.Н., Ремизовский Р.И., Линькова Т.И.** 1974. Палеомагнитная и биостратиграфическая корреляция разрезов позднего неогена Западной Камчатки (Тигильский район). — Изв. АН СССР. Сер. геол., № 1.
- Филатова З.А.** 1957. Общий обзор двустворчатых моллюсков северных морей СССР. — Труды Ин-та океанол. АН СССР, 20.
- Фишер А.Г.** 1964. Широтные изменения в органическом разнообразии. — Океанология, 4, вып. 1.
- Флеров К.К., Белыева Е.И., Яновская Н.М.** и др. 1974. Зоогеография палеогена Азии. М., "Недра".
- Хведчук И.И., Маргулис Л.С., Савицкий В.О., Федоров В.В.** 1970. Перспективы нефтегазоносности палеоген-неогеновых отложений Южного Сахалина в свете новых данных — В кн.: Основные направления поисков нефти и газа на Сахалине. Владивосток.
- Хорева И.М.** 1974. Стратиграфия и фораминиферы морских четвертичных отложений западного берега Берингова моря. — Труды ГИН АН СССР, вып. 225.
- Цейнер Ф.** 1963. Плейстоцен. Пер. с англ. М., ИЛ.
- Челебаева А.И.** 1971. Вопросы стратиграфии континентального кайнозоя Камчатки. Л., "Наука".
- Челебаева А.И., Шанцер А.Е., Егорова И.А., Лупкина Е.Г.** 1974. Кайнозойские отложения Курило-Камчатской области. — В кн.: История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. Камчатка, Курильские и Командорские острова. М., "Наука".
- Чумаков И.С.** 1974. Нижний плиоцен Средиземного моря — фашия мгновенной трансгрессии ("птопа") — Бюл. МОИП. Отд. геол., 49, вып. 2.
- Шанцер А.Е., Гетнер А.Р., Егорова И.Е.** и др. 1969. Вулканогенные толщи хребта Тумрок (их палеомагнитная характеристика и возраст). — Изв. АН СССР. Сер. геол., № 9.
- Шанцер А.Е., Краснов И.И., Никуфорова К.В.** 1973. Стратиграфическая классификация, терминология и принципы построения общей стратиграфической шкалы применительно к четвертичной (антропогеновой) системе. (Проект.) М., "Наука".
- Шварцбах М.** 1955. Климаты прошлого. — В кн.: Введение в палеоклиматологию. Пер. с нем. М., ИЛ.
- Шер А.В.** 1971. Млекопитающие и стратиграфия плейстоцена Крайнего Северо-Востока СССР и Северной Америки. М., "Наука".
- Шешукова-Порецкая В.С.** 1967. Неогеновые морские диатомовые водоросли Сахалина и Камчатки. Изд-во ЛГУ.
- Шило Н.А., Файнберг Ф.С.** 1970. Основные задачи палеомагнитной стратиграфии позднего кайнозоя на северо-востоке Азии. — В кн.: Палеомагнитная и биостратиграфическая характеристика некоторых опорных разрезов мезозоя и кайнозоя севера Дальнего Востока. Магадан.
- Шиндewolf О.** 1975. Стратиграфия и стратотипы. Пер. с нем. М., "Мир".
- Шмидт О.И., Синельникова В.Н.** 1971. Морские ежи кавранской серии Западной Камчатки. — ДАН СССР, 199, № 4.
- Шухерт Ч.** 1957. Палеогеографический атлас Северной Америки. Пер. с англ. М., ИЛ.
- Эйнарсон Тор., Гладенков Ю.Б.** 1973. Верхний кайнозой Исландии. — Изв. АН СССР. Сер. геол., № 5.
- Янишин А.Л.** 1953. Геология Северного Приуралья. Стратиграфия и история геологического развития. — В кн.: Материалы к познанию геологического строения СССР, вып. 15 (19). М., Изд-во МГУ.
- Яркин В.И., Жамойда А.И., Ковалевский О.П., Моисеева А.И.** 1971. Основные положения Проекта Стратиграфического кодекса СССР. — Сов. геол., № 7.
- Abel C.** 1901, 1902, 1905. Dauphins longirostres du Bolderien (miocene supérieur), т.1—3.
- Addicott W.O.** 1970. Latitudinal gradients in Tertiary molluscan faunas of the Pacific Coast. — Palaeogeography, Paleoclimatol., Palaeoecol., 8.
- Addicott W.O.** 1972. Provincial Middle and Late Tertiary molluscan stages, Tumbler Range, California. — Proc. Pacific Coast Miocene Biostratigraphic Sympos., Tulsa.
- Addicott W.O.** 1974. Gigant Pectinids of the Eastern North Pacific margin? significance in Neogene zoogeography and chronostratigraphy. — J. Paleontol., 48, N 1.
- Addicott W.O.** 1976. Neogene chronostratigraphy of nearshore marine basins of the Eastern North Pacific: Northwestern Mexico to Canada. — Abstracts Papers First Internat. Congr. on Pacific Neogene Stratigraphy, Tokyo.
- Adegoke O.S.** 1969. Stratigraphy and paleontology of the marine Neogene formations of the Coalinga Region, California. — Univ. Calif. Publ. Geol. Sci., 80.

- Alexandersson T.* 1972. The sedimentary xenoliths from Surtsey: Turbidites indicating Shelf Growth. — Surtsey Res. Progr. Rept., N 6. Reykjavik.
- Allison R.C.* 1976. Late Oligocene through Pleistocene molluscan faunas in the Gulf of Alaska region. — Abstracts Papers First Internat. Congr. on Pacific Neogene Stratigraphy, Tokyo.
- Anderson H.J.* 1958. Zur stratigraphie und Paleogeographie des marinen Oberoligozäns und Miozäns am Niederrehein auf Grund der Mollusken-Faunen. — Fornschr. Geol. Rheinland, Westfalen, 1.
- Anderson H.J.* 1964. Die miozäne Reinbek-Stufe in Nord- und West-deutschland und ihre Mollusken-Fauna. — Founschr. Geol. Rheunland, Westfalen, 14.
- Anderson H.J., Chevalier J.P.* 1964. Faunen aus dem Miozän Nordwestdeutschlands. — Fortsxhr. Geol. Rheinland, Westfalen, 14.
- Anrens H., Lotsch D.* 1963. Matines Miozän in Südostbrandenburg. — Z. angew. Geol., 9, N 3.
- Aoki N.* 1964 Upper Miocene foraminifera from the Kiyosumi formation, Boso peninsula. — Trans. and Proc. Paleontol. Soc. Japan, new ser., N 53.
- Ardt T.* 1919–1922. Handbuch der Paleogeographie, Bd. 1–2. Leipzig.
- Asano K.* 1962. Faunal change of planktonic foraminifera through the Neogene of Japan. — "Pros. Koninkl. Nederl. Acad. wet., ser. B", 65, N 1.
- Asano K., Hatai K.* 1967. Micro- and macropaleontological Tertiary correlations within Japanese islands and with planktonic foraminiferal sequences of foreign countries. In: Tertiary correlation and climatic changes in the Pacific. XI Pacific Sci. congr., Tokyo.
- Asano K., Ingle J., Takayanagi Y.* 1969. Neogene planktonic foraminiferal sequence in Northeastern Japan. — Proc. First Internat. Conf. on Planctonic Microfossils, Geneva, 1967, v. 1. Leiden.
- Asano K., Takayanagi Y.* 1965. Stratigraphic significance of the planctonic foraminifera from Japan. — Sci. Repts Tohoku Univ. Ser. 2 (Geol.), 37, N 1.
- Ashley G.H.* 1933. Classification and nomenclature of rock units. — Bull. Geol. Soc. America, 44, N 2.
- Askelsson J.* 1960a. Fossiliferous xenoliths in the Moberg formation of South Iceland. — Acta natur. Islandica, 2, N 3.
- Askelsson J.* 1960b. Pliocene and Pleistocene fossiliferous deposits. — 21st. Internat. Geol. Congr. Guide to Excurs., A 2. Copenhagen.
- Azzaroli A.* 1953. The deer of the Weybourn and forest bed of Norfolk. — Bull. Brit. Museum (Natur. History), Geol., 2, N 1.
- Azzaroli A.* 1970. Villafranchian correlations based on large mammals. — Pros. Committee on Mediterranean Neogene Stratigraphy. IV Session, Part I. Geol. (Bologna Mus. Geol.) Ser. 2a, 35, N 1.
- Baden-Powell D.F.W.* 1956. The correlation of the Pliocene and Pleistocene marine beds of Britain and the Mediterranean. — Pros. London Geol. Assoc., 66.
- Bandy O.L.* 1967. Problems of Tertiary foraminiferal and radiolarian zonation, Circum-Pacific Area. — In: Tertiary correlations and climatic chages in the Pacific. Sendai.
- Bandy O.L.* 1972. The Plio-Pleistocene boundary, Europe and California, and the paleomagnetic scale. — В кн.: Доклады Международного коллоквиума по проблеме "Граница между неогеном и четвертичной системой". № 1, М., Изд. ГИН АН СССР.
- Bandy O.L., Morin R.W., Wright R.C.* 1969. Definition of the Catapsydrax stainforthi zone in the Saccian Stage, California. — Nature, 222, N 5192.
- Bandy O.L., Gungle J.C.* 1970. Neogene planktonic events and radiometric scale California. — Geol. Soc. America Spec. Paper, N 124.
- Bandy O.L., Wilcoxon J.A.* 1970. The Pliocene-Pleistocene Boundary, Italy and California. — Bull. Geol. Soc. America, 81.
- Bardarsson G.* 1925. A stratigraphical survey of the Pliocene deposits at Tjornes on Northern Iceland. — Kgl. danske vid. selskab. Biol. medd., 4, N 5.
- Beets C.* 1946. The Pliocene and Lower Pleistocene Gastropods (in the collections of the Geological Foundation in the Netherlands). — Meded. Geol. stichting, ser. C–IV–I, N 6.
- Berggren W.A.* 1968. Micropaleontology and the Pliocene/Pleistocene boundary in a deep-sea core from the South-Central North Atlantic. — Proc. Committee Mediterranean Neogene Stratigraphy. IV Session, Bologna, 1967, Geol. (Bologna, Mus. Geol.) Ser. 2, 35, N 23.
- Berggren W.A.* 1969. Cenozoic chronostratigraphy, planktonic foraminiferal zonation and the radiometric time scale. — "Nature", 224, N 5224.
- Berggren W.A.* 1971. Neogene chronostratigraphy, planktonic foraminiferal zonation and the radiometric time-scale. — Bull. Hungar. Geol. Soc., 101.
- Berggren W.A.* 1972. Cenozoic time-scalesome implications for regional geology and pleobiogeography. — Lethaea, 5, Oslo.
- Berggren W.A., Couvering J.* 1973. Late Neogene chronostratigraphy, biostratigraphy, biochronology and paleoclimatology. Woods Hole Oceanogr. Inst.
- Blow W.H.* 1969. Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. — Proc. First Internat. Conf. on Planctonic Microfossils. Geneva. 1967, v. 1, Leiden.
- Bolly H.M.* 1959. Planktonic foraminifera as index fossils in Trinidad, West Indies and their value for worldwide stratigraphic correlation — Eocologiae geol. helv., 52, N 2.
- Boswell P.G.H.* 1931. The stratigraphy of the glacial deposits of East Anglia in relation to Early Man. London.
- Bower R.* 1966. Paleotemperature analysis. Amsterdam, Elsevier.
- Brebion P.* 1972. Paleobiogeographie des gastropodes du Pliocene atlanto-mediterraneen. — Bull. Mus. nat. hist. natur. Sci. terre, N 8.
- Brooks C.K.* 1973. Tertiary of Greenland. — A volcanic and plutonic record of continental break-up. — In: Arctic Geology, Amer. Assoc. Petrol. Geologists, Mem. N 19. Tulsa.

- Bucry D., Foster J.* 1974. Silicoflagellata zonation of Upper Cretaceous to Lower Miocene deep-sea sediment. — *J. Res. U.S. Geol. Surv.*, 2, N 3.
- Burckle L.H.* 1972. Late Cenozoic planktonic diatoms zones from the eastern Equatorial Pacific. First Sympos. on Recent and Fossil Marine Diatoms. Bremerhaven, 1970, Nova Hedwigia.
- Burckle L.H.* 1976. Neogene diatom correlation in the Circum-Pacific. — Abstracts Papers First Internat. Congr. on Pacific Neogene Stratigraphy. Tokyo.
- Caprotti E.* 1973. Origini ed affinità della malacofauna dello stratotipo piacentiano. — *Riv. ital. paleont. et stratigr.*, 79, N 2.
- Chavan A.* 1950. Tableau de corrélation des formations pliocènes et quaternaires ouest-méditerranéennes, européennes atlantiques et nordique. — *Compt. rend. Soc. géol. France*, N 20.
- Chinzei K.* 1976. Neogene molluscan faunas of Japan: a paleoecological and paleobiogeographical synopsis. — Abstracts Papers First Internat. Congr. on Pacific Neogene Stratigraphy. Tokyo.
- Chinzei K., Iwasaki Y.* 1966. Paleocology of shallow sea molluscan faunas in the Neogene deposits of Northeast Japan. — In: Abstracts of papers related with geological sciences, v. 4, Tokyo.
- Churkin M.* 1973. Geologic concepts of Arctic ocean basin. — In: *Arctic Geology*. Amer. Assoc. Petrol. Geologists, Mem. N 19. Tulsa.
- Clarence H.A.* 1964. Shallow-water marine climates and molluscan provinces. — *Ecology*, N 2.
- Clark D.L.* 1971. Arctic Ocean ice and its Late Cenozoic history. — *Bull. Geol. Soc. America*, 82, N 12.
- Cook D., Aitken J.A.* 1973. Tectonics of Northern Franklin Mountains and Colville Hills, District of Mackenzie, Canada. — In: *Arctic Geology*. Amer. Assoc. Petrol. Geologists, Mem. N 19. Tulsa.
- Cooke C.W., Gardner Y.A., Woodring W.P.* 1943. Correlation of the Cenozoic formations of the Atlantic and Gulf coastal plain and the Caribbean region. — *Bull. Geol. Soc. America*, N 54.
- Cox A.* 1969. Geomagnetic reversals. — *Science*, 163.
- Dagley P., Wilson R.L., Ade-Hall J.M., Walker G.P.L., Haggerty S.G.*, a. oth. 1967. Geomagnetici Polaris zones for Icelandic Lavas. — *Nature*, 216, N 5110.
- Dall W.H.* 1904. The relations of the Miocene of Maraland to that of other regions and to the recent fauna. — In: *Miocene*. Maryland, Geol. Surv.
- Dall W.H.* 1920. Pliocene and Pleistocene fossils from the Arctic coast of Alaska. — *U.S. Geol. Surv. Profess. Paper*, 125-C.
- Dall W.H.* 1927. Summary of the marine shell-bearing mollusks of the Northwest Coast of America. — *Bull. U.S. Nat. Mus.*, 112.
- Dalrymple G.B.* 1972. Potassium-argon dating of geomagnetic reversals and North American glaciations. — In: *Calibration of Hominoid evolution*. W.W. Bishop, J.A. Miller (Eds.) Scottish. Acad. Press, University Toronto Press.
- Denton G.H., Armstrong R.L.* 1969. Miocene-Pliocene glaciations in Southern Alaska. — *Amer. J. Sci.*, 267.
- Doell R.R.* 1972. Paleomagnetic studies of Icelandic Lava flows. — *Geophys. J. Roy. Astron. Soc.*, 26, N 5.
- Durham J.W.* 1950. Cenozoic marine climates of the Pacific coast. — *Bull. Geol. Soc., America*, 61, N 11.
- Durham J.W., MacNeil F.S.* 1967. Cenozoic migrations of marine invertebrates through the Bering Strait Region. — In: *The Bering Land Bridge*, Stanford.
- Einarsson E.H.* 1968. Steingervingar i Skammadalaskömbum. — *Serpentum ur Natturfæðingurinn*, 37.
- Einarsson Th.* 1968. Jarðfræði, saga bergs og lands (Geology, history of rocks and landscapes). — In: *Icelandic*, Reykjavik.
- Einarsson Th.* 1958. A survey of the geology of the area Tjörnes-Bardardalur in Northern Iceland, including paleomagnetic studies. — *Soc. sci. Islandica*, 32, Reykjavik.
- Einarsson Th., Hopkins D.M., Doell R.R.* 1967. The stratigraphy of Tjörnes, Northern Iceland, and the History of the Bering Land Bridge. — In: *The Bering Land Bridge*. Stanford.
- Ekman Sv.* 1935. Tiergeographie des Meers, Bd. I—XII, Leipzig, Akad. Verlagsges.
- Ekman Sv.* 1953. Zoogeography of the sea. London.
- Emillani C.* 1956. Oligocene and Miocene temperatures of the Equatorial and Subtropical Atlantic Ocean. — *J. Geol.*, 64, N 3.
- Everden J.F., Everden R.K.* 1970. The Cenozoic time scale. — *Geol. Soc. America Spec. Paper*, N 124.
- Everden J.F., Savage D.E., Curtis G.H., James G.T.* 1964. Potassium-argon dates and the Cenozoic mammalian chronology of North America. — *Amer. J. Sci.*, 262.
- Friedrich W.* 1966. Zur Geologie von Brijanslaekur (Nordwest-Island) unter besonderer Berücksichtigung der fossilen Flora. — *Sonderveröffentlichungen des Geologischen Institutes der Universität Köln*, N 10.
- Funell B.M.* 1970. The Paleogene and Early Pleistocene of Norfolk — In: *The Geology of Norfolk*, London.
- Glibert M.* 1945. Fauna malacologique du Miocene de la Belgique. — *Mem. Musée roy. hist. natur. Belg.*, N 103, 121.
- Glibert M.* 1958. Tableau stratigraphique des mollusques du Neogene de la Belgique. — *Bull. Inst. roy. sci. natur. Belg.*, 34, N 32.
- Gripp K.* 1964. Erdgeschichten von Schlewzig-Holstein. Neumünster.
- Haller J.* 1969. Tectonics and neotectonics in East Greenland. Review Bearing on the Drift Concept. Tulsa.
- Hanna D.* 1970. Fossil diatoms from the Pribilof islands, Bering Sea, Alaska. — *Proc. Calif. Acad. Sci.*, 37, N 5.

- Harmer F.W.* 1914–1920. The Pliocene mollusca of Great Britain. (Monogr. paleontol., 2), London.
- Hatai K.M.* 1958a. Boso Peninsula. Chiba Prefecture. – Geol. J. Japan, Jub. Pub. Commem. Prof. H. Fujimoto.
- Hatai K.M.* 1958a. Migration of marine fauna in the North Pacific area during the younger Cenozoic Era. – Jubilee publication in the commemoration of professor H. Fujimoto sixtieth birthday.
- Hays J.D., Saito T., Opdyke N.D., Burckle L.H.* 1969. Pliocene-Pleistocene sediments of the Equatorial Pacific: Their paleomagnetic, biostratigraphic, and climatic record. – Bull. Geol. Soc. America, 80.
- Heering J.* 1950. Pelecypoda (and scaphopoda) of the Pliocene and older-Pleistocene deposits of the Netherlands. – Meded. Geol. stichting, ser. C–IV–I, N 9.
- Herman Y.* 1970. Arctic paleo-oceanography in Late Cenozoic time. – Science, 169.
- Herman Y.* 1974. Arctic Ocean sediments, Microfauna and the Climatic record in Late Cenozoic time. – In: Marine geology and oceanography of the Arctic seas.
- Herman Y., Grazzini C., Hooper C.* 1971. Arctic paleotemperatures in Late Cenozoic time. – Nature, 232, N 5311.
- Hopkins D.M.* 1972. The paleogeography and climatic history of Beringia during Late Cenozoic time. – Inter Nord, N 12, Paris.
- Hopkins D.M., MacNeil F.S.* 1960. A marine fauna probably of Late Pliocene age near Kivalina, Alaska. – Geol. Surv. Res. Prof. Paper, 400–B.
- Hopkins D.M., Rowland R.W., Echols R.E., Valentine P.C.* 1974. An Anvillian (Early Pleistocene) marine fauna from Western Seward Peninsula. – Alaska Quaternary Res., 4.
- Hunkins K., Be A.W.H., Opdyke N.D., Mathieu G.* 1971. The Late Cenozoic history of the Arctic Ocean. – In: The Late Cenozoic Glacial Ages. Yale Univ. Press.
- Hörnes M.* 1856. Die fossilen Mollusken des Tertiär-Beckens von Mien. Univalen. – Abhandl. kaiserl.-königl. Geol. Reichant., 3, Wien.
- Ikebe N.* 1973. Neogene biostratigraphy and radiometric time-scale. – J. Geosci. Osaka Univ. 16, N 4.
- Ikebe N.* 1976. Summary of bio- and chronostratigraphy of the Japanese Neogene. – Abstracts Papers First Internat. Congr. On Pacific Neogene Stratigraphy, Tokyo.
- Ikebe N., Chiji M.* 1969. Neogene biostratigraphy and geochronology in Japan. – Shizenshi-Kenkyu, Ocass. Pipers Osaka Museum Natur. History, 1, N 4.
- Ikebe N., Takayanagi Y., Chiji M., Cinzei K.* 1972. Neogene biostratigraphy and radiometric time-scale Japan – an attempt at intercontinental correlation. – Pacific. Geol., N 4.
- Initial Report of the Deep Sea Drilling Project, 1972, v. 12. National Science Foundation, National Ocean Sediment National Coring Program. Washington.
- Initial Report of the Deep Sea Drilling Project, 1973. Vol. 19. National Science Foundation, National Ocean Sediment Coring Program. Washington.
- Iitihara M., Kamei T., Mitsunashi T.* e.a. 1973. The basis of the Plio-Pleistocene Boundary in Japan. – J. Geosci. Osaka Univ., 16, N 3.
- Johnson G., Vogt P.* 1973. Marine geology of Atlantic Ocean north of the Arctic Circle. – In: Arctic Geology. Amer. Assoc. Petrol. Geologist. Mem., N 19. Tulsa.
- Jones T.R.* 1897. A monograph of the foraminifera of the Crag. – Paleontogr. Soc., 51.
- Jonsson J.* 1955. Tillite in the basalt formation in Eastern Iceland. – The Hoffepfllandur. Pt III. – Geogr. ann., 37.
- Kamada Y.* 1962. Tertiary Mollusks from the Yoban Coal-Field, Japan. – Paleontology. Soc. Japan Spec. Paper, N 8.
- Kanaya T.* 1959. Miocene diatom assemblages from the Onnagawa formation and their distribution in the correlative formations in Northeast Japan. – Sci. Rept Tohoku Univ., ser. 2 (Geol.), 30.
- Kanno S.* 1971. Tertiary molluscan fauna from the Yakataga District and adjacent areas of Southern Alaska. – Paleontol. Soc. Japan Spec. Paper, N 16.
- Kanno S., Ogawa H.* 1964. Molluscan fauna from the Momijiyama and Takinoue districts, Hokkaido. Japan. – Sci. Repts Tokyo Univ. Education. Stc. C (Geol. and Geogr.), 8, N 81.
- Kanno S., Ohara S., Kaitaya H.* 1968. The "Asahi Fauna" from the Miocene formation developed near the Asahi Coal-Mine, Iwamizawa City, Hokkaido. – Sci. Repts Tokyo Univ. Education, Sec C (Geol. and Geogr.), 10, No 94.
- Kautsky F.* 1925. Das Miozän von Hemmoor und Basbeck-Osten. – Abh. preuß Geol. Landes – Anst., N.F. 97.
- Kay M.* 1969. North Atlantic Geology and Continental drift. – Amer. Assoc. Petrol. Geologists Mem., N 12. Tulsa.
- Keen A.* 1937. West North American marine mollusca. Stanford.
- Kimura K.* 1974. Magnetic stratigraphy of late Cenozoic sedimentary sections in Boso Peninsula, Niigata Area, and Oga peninsula, Japan. – J. Geol. Soc. Japan, 80, N 12.
- Kitamura N., Takayanagi Y., Masuda K.* e.a. 1969. On some geological problems concerning the Tertiary strata of the Izu Peninsula, Japan. – Tokyo Univ. Inst. Geol. Paleontol. Contr., N 68.
- Kjartansson G.* 1960. The Möberg formation. – In: On the geology and geophysics of Iceland. Internat. Geol. Congr., XXI sess.
- Kleinpell R.M.* 1938. Miocene stratigraphy of California. Tulsa.
- Koizumi I.* 1968. Tertiary diatom flora of Oga Peninsula, Akita Prefecture, Northeast Japan. – Sci Repts Tōhoku Univ. Ser. 2 (Geol.), 40.
- Koizumi I.* 1973a. The Late Cenozoic diatoms of sites 183–193, Leg 19 Deep Sea Drilling Project. – In: Internal Reports of the Deep Sea Drilling Project, v. XIX. Washington.
- Koizumi I.* 1973b. The stratigraphic ranges of marine planktonic diatoms and diatom biostratigraphy in Japan. – Mem. Geol. Soc. Japan, N 8.

- Koizumi J.* 1975a. Diatom events in Late Cenozoic deep-sea sequences in the North Pacific. — *J. Geol. Sci. Japan*, 81, N 9.
- Koizumi J.* 1975b. Late Cenozoic diatom biostratigraphy in the circum-north Pacific region. — *J. Geol. Sci. Japan*, 81, N 10.
- Koizumi I.* 1976. Late Cenozoic diatom biostratigraphy in the North Pacific. — Abstracts Papers First Internat. Congr. on Pacific Neogene Stratigraphy. Tokyo.
- Kosuge S.* 1972. Illustrations of type specimens of Molluscs described by W.H. Dall. Tokyo. Natur. Sci. Mus.
- Kotaka T.* 1959. The Cenozoic Turritellidae of Japan. — *Sci. Repts Tôhoku Univ.*, Ser. 2 (Geol.), 31, N 2.
- Kotaka T.* 1976. World-wide correlation based on turritellid phylogeny. — Abstracts Papers First Internat. Congr. on Pacific Neogene Stratigraphy. Tokyo.
- Kozlova G.E., Runeva N.P.* 1976. Boreal assemblages of radiolaria in the Miocene of the West Pacific and their comparison with the low latitude. — Abstracts Papers First Internat. Congr. on Pacific Neogene Stratigraphy. Tokyo.
- Kranz P.M.* 1974. The anastrophic burial of bivalves and its paleoecological significance. — *J. Geol.*, 82, N 2.
- Kurihara K.* 1976. Stratigraphic occurrences of planctonic foraminifers in the sections from Lower to Upper Miocene of the Kanto District, Central Japan. — Abstracts Papers First Internat. Congr. on Pacific Neogene Stratigraphy. Tokyo.
- Kurten B.* 1966. Holarctic land connexion in the Early Tertiary. — *Comment. Biol. Soc. Sci. Fennicae*, 29, N 5.
- Lipps J.* 1967. Planctonic foraminifera intercontinental correlation and age microfauunal stages. — *J. Paleontol.*, 41, N 4.
- Lona F., Bertoldi R.* 1973. La storia del Plio-Pleistocene Italiano in alcune sequenze vegetazionali lacustri e Marine. — *Roma, Acad. Naz. Lincei*, ser. VIII, 11.
- Lyell Ch.* 1833. Principles of geology, v. 3. London.
- MacNeil F.S.* 1957. Cenozoic megafossils of Northern Alaska. — *Geol. Surv. Profess. Paper*, 294-C.
- MacNeil F.S.* 1965. Evolution and distribution of the Genus *Mya*, and Tertiary migrations of mollusca. — *Geol. Surv. Profess. Paper*, 483-G.
- MacNeil F.S.* 1967. Cenozoic pectinids of Alaska, Iceland, and other northern regions. — *Geol. Surv. Profess. Paper*, 553.
- MacNeil F.S., Mertie Y.B., Pilsbry H.A.* 1943. Marine invertebrate faunas of the buried beaches near Nome, Alaska. — *J. Paleontol.*, 17, N 1.
- MacNeil F.S., Wolfe J.A., Miller D.J., Hopkins D.M.* 1961. Correlation of Tertiary formations of Alaska. — *Bull. Amer. Assoc. of Petrol. Geologists*, 45, N 11.
- Macpherson E.* 1971. The Marine molluscs of Arctic Canada. — *Biol. — Oceanography*, *N 3.
- Madsen F.* 1949. Marine Bivalvia. — In: The Zoology of Iceland, v. IV, pt 63. Copenhagen and Reykjavik.
- Mars P.* 1963. Les faunes et la stratigraphie du quaternaire méditerranée. — *Rapp. et proces-verbaux reunions. Commis. internat. explorat. scient. Mer. méditerr.*, 17, N 3.
- Martini E.* 1974. Calcareous nannoplankton and the age of the Globigerina silts of the western approaches of the English Channel. — *Geol. Mag.*, 3, N 4.
- Martini E., Müller C.* 1973. Nannoplanktion-Gemeinschaften im Miozän und Pliozän des Nordseebeckens. — "Neues Jahrb. Geol. und Paläontol. Monatsh", N 9.
- Martini E., Worsley T.* 1970. Standart Neogene calcareous nannoplankton zonation. — *Nature*, 225.
- Masuda K.* 1962. Tertiary Pectinidae of Japan. — *Sci. Repts Tohoku Univ.*, ser. 2 (Geol.), 33, N 2.
- Masuda K.* 1976. Neogene Pectinidae of the Northern Pacific. — Abstracts Papers First Internat. Congr. on Pacific Neogene Stratigraphy. Tokyo.
- Matoba Y.* 1967. Younger Cenozoic foraminiferal assemblages from the Choshi district, Chiba prefecture. — *Sci. Repts Tôhoku Univ.*, ser. 2 (Geol.), 38, N 2.
- Matsumoto E.* 1964. The Asagai-Poronai mollusca from Shizuioka Prefecture, Central Japan. — *Mem. Coll. Sci. Univ. Kyoto*, ser. B, 31, N 2, Geol. and Mineral. art. 4.
- Mayer K.* 1857. Versuch einer neuen Klassifikation der Tertiärbilde Europas. — *Verhandl. allp. Schweiz. Ges. ges. Nature*, 42.
- McKenna M.* 1972. Was Europe connected directly to North America Prior to the Middle Eocene? — *Evolut. Biol.*, 6.
- Merrillam C.W.* 1941. Fossil Turritellas from the Pacific Coast Region of North America. — *Bull. Depart. Geol. Sci.*, 26, No 1.
- Meyerhoff A.A.* 1973. Origin of Arctic and North Atlantic Oceans. — In: *Arctic Geology*. Oklahoma.
- Miller D.J.* 1953. Late Cenozoic marine glacial sediments and marine terraces of Middle Island, Alaska. — *J. Geol.*, 61.
- Minato M., Corai M., Hunahashi M.* 1965. Geological development of Japanese Islands. — Tokyo, Tsukiji Shokan Co., Ltd.
- Mizuno A.* 1964. Summary of the Paleogene molluscan faunas in North Japan. — *Geol. Surv. Japan*, N 207.
- Monterans H.M. van.* 1971. Palaeomagnetic dating in the North Sea basin. Rotterdam, Princo, N.V.
- Moorbath S., Sigurdsson H., Goodwin R.* 1968. K-Ar ages of the oldest exposed in Iceland. — *Earth and Planet. Sci. Lett.*, 4.
- Moore E.* 1963. Miocene marine mollusks from the Astoria formation in Oregon. — *Geol. Surv. Profess. Paper*, N 419.
- Nakagawa H., Niitsuma N., Kitamura N. e.a.* 1974. Preliminary results on magnetostratigraphy of Neogene state stratotype sections in Italy. — *Riv. ital. paleontol.*, 80, N 4.
- Nakaseko K., Sugano K.* 1973. Neogene radiolarian zonation in Japan. — *Geol. Soc. Japan Mem.*, 8.

- Natland M.L.* 1957. Paleogeology of West Coast Tertiary sediments. — In: Treatise on marine ecology and paleoecology, v. 2, Paleontology. (Geol. Soc. America, mem. 67).
- Naumann C.Fr.* 1866. Lehrbuch der Geognosie, Bd. 3, Lief. 1. Leipzig.
- Nelson C.H., Hopkins D.M., Scholl D.W.* 1974. Cenozoic sedimentary and tectonic history of the Bering Sea. — Chapter 26. Oceanography of the Bering Sea. Univ. Alaska Institute of Marine Sci., Occasional publ., N 2.
- Nicol D.* 1964. An essay on size of marine pelecypods. — *J. Paleontol.*, 38, N 5.
- Nicol D.* 1967. Some characteristics of cold-water marine pelecypods. — *J. Paleontol.*, 41.
- Niitsuma N.* 1970. Some geomagnetic stratigraphical problems in Japan and Italy. — *J. Marine Geol.*, 6, N 2.
- Nishida S.* 1976. Late Cenozoic calcareous nanoplankton biostratigraphy in Japan. — Abstracts Papers First Internat. Congr. on Pacific Neogene Stratigraphy. Tokyo.
- Noda H.* 1966. The Cenozoic Arcidae of Japan. — *Sci. Repts Tohoku Univ.*, (Geol.), 38, N 1.
- Nordsieck F.* 1968. Die europäischen Meeres. — Gehäuseschnecken (Prosobranchia). Stuttgart.
- Norton P.E.P.* 1967. Marine molluscan assemblages in the Early Pleistocene of Sidestrand, Bramerton and the Royal Society — Borehole at Ludham, Norfolk. — *Philos. Trans. Roy. Soc. London*, ser. B, Biol. Sci., N 784, 253.
- Norton P.E.P.* 1970. The Crag mollusca. — A Conspectus. — *Bull. Belg. Ver. Geol. Paleontol., Hydrol.*, 79.
- Norton P.E.P., Spaink G.* 1973. The earliest occurrence of *Macoma balthica* (L.) as a fossil in the North sea deposits. — *Malacologia*, 14.
- Ockelmann W.K.* 1965. Developmental types in marine bivalves and their distribution along the Atlantic coast of Europe. — *Proc. First Europ. Malacol. Congr.*
- Okamoto K.* 1965. Tertiary formations in the Yuya-wam (bay) District., Southwest Japan, with references to the Tertiary geologic history of West Chugoku. — *J. Sci. Horoshima Univ.*, ser. C (Geol. and Mineral.), 5, N 1.
- Oldroyd I.S.* 1924, 1927. The marine shells of the West Coast of the North America, v. 1–3. Stanford, Univ. Publ.
- Ortman A.* 1896. Grundzüge der marinen Tiergeographoe. Jena.
- Osborn H.* 1910. The age of mammals in Europe, Asia and North America. N.Y., MacMillan Co.
- Oskarsson I.* 1962. Skeldyrafana Islands. — In: *Saesniglar med skel (Gastropoda, Prosobranchia et Tectibranchia)*. Reykjavik.
- Oskarsson I.* 1964. Skeldyrafana Islands. I. Samlokur i sjo (Lamellibranchia). Reykjavik.
- Ostenso N., Wold R.* 1973. Aeromagnetic evidence for origin of Arctic ocean basin. — In: *Arctic geology*. Amer. Assoc. Petrol. Geologists Mem., N 19, Tulsa.
- Oyama K., Mizuno A., Sakamoyo T.* 1960. Illustrated Handbook of Japanese Paleogene Molluscs. Geol. Surv. Japan.
- Padovani A., Tampieri R.* 1970. Ricerche sui molluschi Plio-Pleistocenici della Valle Del Santerno (Appennino Romagnolo). — *Proc. Committee Mediterranean Neogene Stratigraphy. IV Session*, Pt 1, Bologna, 1967, G. Geol. (Bologna Mus. Geol.), Ser. 2, 35, N 1.
- Parker P.* 1949. Fossil and recent species of the pelecypod genera *Chione* and *Securella* from the Pacific Coast. — *J. Paleontol.*, 23, N 6.
- Peres J.M., Picard J.* 1959. Origin, distribution and recent alterations of the Mediterranean benthic fauna. — *Preprints Internat. Oceanogr. Congr.*, Washington.
- Petersen C.G.J.* 1913. The animal communities of the sea bottom and their importance for marine zoogeography. — *Danish Biol. Stat.*, 21.
- Plauchut B.* 1973. Geology of Sverdrup Basin. — In: *Arctic Geology*. (Amer. Assoc. Petrol. Geologists Mem., N 19). Tulsa.
- Powell A.W.* 1960. Antarctic and subantarctic mollusca. — *Auckland Inst. and Mus. Res.*, N 5.
- Rasmussen L.B.* 1966. Molluscan faunas and biostratigraphy of the marine Younger Miocene formations in Denmark. — *Danmarks geol. undersokn.*, 2 ser., 88.
- Rasmussen L.B.* 1968. Molluscan Faunas and Biostratigraphy of the Marine Younger Miocene Formations in Denmark. — *Danmarks geol. undersokn.*, 2 ser., 92.
- Rasmussen L.B., Noe-Nygaard A.* 1970. Geology of the Faroe Islands. — *Denmarks Geol. Surv.*, 1 ser., N 25.
- Reinhart R.H.* 1949. Mesozoic and Genozoic Arcidae from the Pacific slope North America. — *Bull. Geol. Soc. America*, Spec. Paper, N 47.
- Reinhart R.H.* 1959. A review of the Sirenia and Desmostylia. — *Univ. Calif. Publ. Geol. Sci.*, 36, N 1.
- Reppening A.* 1967. Miocene-Pliocene boundary correlations based upon vertebrate fossils. — *Sympos. Miocene-Pliocene Boundary in the California Coast Ranges*. Santa Barbara.
- Richards H.G.* 1962. Studies on the marine Pleistocene. — *Trans. Philos. Soc.*, New ser., 52.
- Rosenkrantz A.* 1970. Marine Upper Cretaceous and Lowermost Tertiary deposits in West Greenland. — *Bull. Geol. Soc. Denmark*, 19, N 4.
- Saito T.* 1960. Tertiary stratigraphy of the Kakegawa district Central Japan and its planktonic foraminifera. — *Contribs, Tohoku Univ. Inst. Geol., Paleontol.*, N 51.
- Saito T.* 1963. Miocene planktonic foraminifera from Honshu, Japan. — *Sci. Repts Tôhoku Univ.*, Ser. 2, 35, N 2.
- Saito T.* 1976a. Late Cenozoic plankton foraminiferal datum levels: the present state of knowledge toward accomplishing pan-Pacific stratigraphic correlation. — *Abstracts Papers First Internat. Congr. on Pacific Neogene Stratigraphy*. Tokyo.
- Saito T.* 1967. The Pliocene/Pleistocene boundary in Pacific deep-sea sediment cores. — *Abstracts of Papers First Internat. Congr. on Pacific Neogene Stratigraphy*. Tokyo.
- Sakai T.* 1976. Upper Cenozoic radiolarian biostratigraphy of the Choshi District,

- Chiba, Prefecture, Japan. — Abstracts Papers First Internat. Congr. on Pacific Neogene Stratigraphy. Tokyo.
- Sato S. 1972. Palynological consideration on Tertiary marine sediments of Hokkaido, compared with animal faunas. — J. Fac. Sci. Hokkaido Univ., ser. 4, Geol. and Mineral., 15, N 1–2.
- Schenck H.G., Muller S.W. 1941. Stratigraphic terminology. — Bull. Geol. Soc. America, 52, N 9.
- Schindewolf O.H. 1970. Stratigraphia und Stratotypus. — Abhandl. math. — naturwiss. Akad. Wiss. und Liter., N 2.
- Schrader H.–J. 1973. Stratigraphic distribution of marine species in Neogene North Pacific Sediments. — Micropaleontology, 19, N 4.
- Schwarzbach M. 1955. Allgemeiner Überblick der Klimageschichte Islands. — Neues Jahrb. Geol. und Paläontol., Monats., N 3.
- Schwarzbach M. 1961. Das Klima der Vorzeit. Stuttgart.
- Schwarzbach M., Pflug H. 1957. Das Klima des jüngeren Tertiärs in Island. — Neues Jahrb. Geol. und Paläontol., Abhandl., 104, N 3.
- Selli R. 1967. The Pliocene-Pleistocene boundary in Italian marine sections and its relationship to continental stratigraphies. N.Y., Oxford, Pergamon Press.
- Shotton F.W. 1973. General principles governing the subdivision of the Quaternary System. — In: A Correlation of Quaternary Deposits in the British Isles. — Quatr. J. Geol. Soc. London, Spec. Rept. N 4.
- Sigvaldason G.E. 1968. Structure and products of subaquatic volcanoes in Iceland. — Contribs Mineral. and Petrol., 18.
- Soot–Ryen T. 1932. Pelecypoda with a discussion of possible migrations of Arctic pelecypods in Tertiary times. — In: The Norweg. North Polar Exped. With the "Maud" 1918–1925. Scient. Results, N 5.
- Sorgenfrei Th. 1940. Marint Nedre-Miocen Klintighovedet på Als Et Bidrag til losning af Aquitanien–Spørgsmaalet. — Danmarks geol. undersøkn., 2 ser., 65.
- Sorgenfrei Th. 1958. Molluscan assemblages from marine Middle Miocene of South Jutland and their environments. — Danmarks geol. undersøkn., 2 ser., 79.
- Spaink G. 1959. Vorläufige Namenliste der miozänen Mollusken aus den Niederlanden. — Mit Suppl. 1, 1960; 2, 1960; 3, 1962, Stencilled manuscript. Haarlem.
- Spaink G., Norton P. E. P. 1967. The stratigraphical range of *Macoma balthica* (L.) (Bivalvia, Tellinacea) in the Pleistocene of the Netherlands and Eastern England. — Meded. Geol. stichting, Nieuwe ser., N 18.
- Stenerwald B.A., Clark D.L., Adrew J.A. 1968. Magnetic stratigraphy and faunal patterns in Arctic ocean sediments. — Earth and Planet. Sci. Lett., 5.
- Strauch F. 1963. Geology of Tjörnes (Northern Iceland). — Spec. Publ. Geol. Inst. Univ. Cologne.
- Strauch F. 1970. Die Thule-Landbrücke als Wanderweg und Faunenscheide zwischen Atlantik und Skandik im Tertiär. — Geol. Rundschau, 60, N 1.
- Strauch F. 1972a. Zur Klimabindung mariner Organismen und ihre geologisch-paläontologische Bedeutung. — Neues Jahrb. Geol. und Paläontol. Abhandl., 140.
- Strauch F. 1972b. Zum Klima des nordatlantisch-skandischen Känozoikum. — Z. Dtsch. geol. Ges., N 123.
- Strauch F. 1972b. Phylogese, Adaptation und Migration einiger nordischer mariner Molluskengenera (*Neptunea*, *Panomya*, *Cyrtodaria* und *Mya*). — Abhandl. Senckenberg. naturforsch. Ges., 531.
- Takai F., Marumoto T., Toriyama R. 1963. Geology of Japan. Berkeley–Los Angeles.
- Takayanagi Y., Saito T. 1962. Planctonic foraminifera from the Nobori Formation, Shikoku, Japan. — Sci. Repts. Tohoku Univ., Ser. 2 (Geol.), Spec. vol., N 5.
- Tebble N. 1966. British bivalve seashells. London.
- Thorson G. 1936. The larval development, growth and metabolism of Arctic marine bottom invertebrates. — Medd. Grönland, 100, N 6.
- Thorson G. 1941. Marine Gastropoda Prosobranchiata. — In: The Zoology of Iceland., v. IV, pt 60. Copenhagen and Reykjavik.
- Thorson G. 1960. Reproduction and larval ecology of marine bottom invertebrates. — Biol. Rev., N 25.
- Thorson G. 1957. Bottom communities (sublittoral or shallow shelf). — In: Treatise on Marine Ecology and Paleontology, v. 1 (Geol. Soc. America, mem. 67).
- Thorson G. 1961. Length of pelagic life in marine bottom invertebrates as related to larval transport by ocean currents. — Amer. Assoc. Advanc. Sci. Publ., 67.
- Thorson G. 1965. The distribution of the benthic marine mollusca along the N. E. Atlantic shelf from Gibraltar to Murmansk. — Proc. First Europ. Malacol. Congr.
- Todd R. 1957. Foraminifera from Carter Creek, Northeastern Alaska. — U.S. Geol. Surv. Prof. Paper 249–F.
- Turner D. L. 1970. Potassium–argon of Pacific Coast Miocene foraminiferal stages. — Geol. Soc. America. Spec. Paper., N 124.
- Uchio T. 1969. Fundamental problems on the planctonic foraminifera stratigraphy with notes on the controversies of the Japanese Cenozoic biostratigraphy. Proc. First Internat. Conf. on Planctonic Microfossils, Geneva. 1967. N 1. Leiden.
- Uozumi S. 1957. Studies in the molluscan fossils from Hokkaido. — J. Fac. Sci. Hokkaido Univ., Ser. IV, Geol. and Mineral., 9, N 4.
- Uozumi S. 1962. Neogene molluscan faunas in Hokkaido. — J. Fac. Sci. Hokkaido Univ., Ser. IV, Geol. and Mineral., 11, N 3.
- Uozumi S., Tujie T., Matsui M.M. 1966. Neogene molluscan fauna in Hokkaido, Pt 3. Description of the Aninonai fauna associated with *Desmostylus* cf. *minor* Nagao from Kitami district, East Hokkaido. — J. Fac. Sci. Hokkaido Univ., Ser. IV. Geol. and Mineral., 13, N 2.
- Valentine J. W. 1963. Biogeographic units as biostratigraphic units. — Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geologists, 47, No 3.

- Valentine J.W.* 1966. Numerical analysis of marine molluscan ranges on the extratropical Northeastern Pacific shells. — *Limnol. and Oceanogr.*, 11, N 2.
- Valentine J.W.* 1967. The influence of climatic fluctuations on species diversity within the tethyan Provincial System. — *Systematics Assoc. Publ.*, No 7.
- Van Regteren Altena C.O.* 1954. Description of four new species of Plio-Pleistocene *Prosobranchia* from the Netherlands, and proposal of a new name for a fifth species. — *Overgenomen uit Basteria*, 18, N 4.
- Van Regteren Altena C.O., Bloklander A., Pouderooyen L.P.* 1965. De Fossiele schelpen van de Nederlandse Stranden en Zeegaten. — In: *Uitgave van de Nederlandse Malacologische Vereniging, Drukkerij "Flora". Lisse.*
- Van Voorthuysen J.H.* 1963. Die obermiozäne Transgression im Nordseebecken und die Tertiär-Quartärgrenze. — *Mem. Soc. Belg. Geol., Paleontol. et Hydrol. Ser.*, N 6.
- Viret Y.* 1964. Le loess à banes durcis de Saint vallier (Drome) et sa fauna de mammifères villafranchiens. *Nouv. Arch. Mus. Hist. Natur. Lyon.*
- Walker G.P.L.* 1964. Geological investigations in Eastern Iceland. — *Quart. J. Geol. Soc. London*, 119.
- Weaver Ch. E., Beek Sr., Bramlette M.N.* 1944. Correlation of the Marine Cenozoic formations of Western North America. — *Bull. Geol. Soc. America*, 55, N 5.
- Wensink H.* 1964. Paleomagnetic stratigraphy of younger basalts and intercalated Plio-Pleistocene tillites in Iceland. — *Geol. Rundschau*, 54.
- West F. R. S., Norton P.E. P.* 1974. The Icenian Crag of southeast Suffolk. — *Philos. Trans. Roy. Soc. London, Biol. Sci.*, 296, N 895.
- West R.G.* 1972. Pleistocene geology and biology. London, Longman.
- Wolf J. A., Hopkins D.M.* 1967. Climatic changes recorded by Tertiary land floras in northwestern North America. — In: *Tertiary correlations and climatic changes in the Pacific.*
- Wood S.W.* 1848–1882. A monograph of the Crag mollusca, v. 1–3. London, Paleontol. Soc.
- Woodward S.P.* 1868. A Manual of the Mollusca. London.
- Yabe H.* 1959. A problem of the geological range and geographical distribution of *Desmostylids*. — *Trans. and Proc. Paleontol. Soc. Japan*, N. S., N 33.
- Yorath C.* 1973. Geology of Beanfort-Mackenzie Basin and eastern part of northern interior plains. — In: *Arctic Geology (Amer. Assoc. Petrol. Geologists Mem., N 19).* Tulsa.
- Zullo V. A.* 1968. *Balanus hopkins*, new species and *Balanus balanus* (Linnaeus, 1758) (Cirripedia, Thoracia) from Plio-Pleistocene sediments on Tjörnes, Northern Iceland. — *Calif. Acad. Sci.*, N 69.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава первая	
Состояние и проблемы стратиграфии кайнозоя	6
Проблема увязки провинциальных шкал с международной шкалой. Горизонт как стратиграфическое подразделение	7
Достижения и основные тенденции в стратиграфии кайнозоя последних лет	15
Особенности расселения современных моллюсков	23
Биогеографическая зональность	24
Глава вторая	
Верхний кайнозой Северной Атлантики	37
Морской миоцен Северной Европы	38
Плиоцен-плейстоценовый разрез Исландии как один из опорных разрезов Северной Атлантики	41
Описание морского плиоцен-плейстоцена Исландии (п-ов Тьеднес)	—
Комплексы моллюсков исландского разреза	53
Сравнение с комплексами других разрезов Исландии — Снайфедльснаса и Вика	59
Корреляция исландских толщ с разрезами сопредельных районов и их возраст	61
Сравнение плиоцен-плейстоценовых комплексов Исландии с комплексами английского разреза. Горизонты бассейна Северного моря	—
Сопоставление североморского и южноевропейского плиоцен-плейстоцена	75
О плиоцен-плейстоценовой границе и древних похолоданиях	77
Корреляция исландских разрезов по палеомагнитным материалам	80
Расчленение вулканогенных формаций Исландии и их возраст	82
Верхний кайнозой в океанических осадках Северной Атлантики	87
Глава третья	
Верхний кайнозой северных районов Тихого океана	90
Новое в разработке стратиграфических шкал последних лет. Горизонты Северо-Тихоокеанской области	94
Морской верхний кайнозой Камчатки	114
Комплексы моллюсков миоценовых свит. Возраст комплексов	117
Комплексы моллюсков плиоценовых свит. Возраст комплексов	122
Объемы горизонтов	125
Морской верхний кайнозой арктических районов	128
Печорский бассейн, Западная Сибирь, арктические острова. Чукотка, Аляска	—
Верхний кайнозой в океанических осадках Северного Ледовитого океана и северной части Тихого океана	136
Глава четвертая	
Анализ верхнекайнозойских комплексов северных районов Атлантики и Тихого океана	143
Корреляция верхнекайнозойских толщ Северной Атлантики и северной части Тихого океана	—
Некоторые вопросы палеогеографии	154
Проблема физических мостов (мост Туле, Берингский мост)	—
Позднекайнозойские миграции фауны в арктических и бореальных районах	161
Палеоклиматические реконструкции	164
Заключение	174
Литература	179

- Valentine J.W.* 1966. Numerical analysis of marine molluscan ranges on the extratropical Northeastern Pacific shells. — *Limnol. and Oceanogr.*, 11, N 2.
- Valentine J.W.* 1967. The influence of climatic fluctuations on species diversity within the tethyan Provincial System. — *Systematics Assoc. Publ.*, No 7.
- Van Regteren Altena C.O.* 1954. Description of four new species of Plio-Pleistocene *Prosobranchia* from the Netherlands, and proposal of a new name for a fifth species. — *Overgenomen uit Basteria*, 18, N 4.
- Van Regteren Altena C.O., Bloklander A., Pouderooyen L.P.* 1965. De Fossiele schelpen van de Nederlandse Stranden en Zeegaten. — In: *Uitgave van de Nederlandse Malacologische Vereniging, Drukkerij "Flora". Lisse.*
- Van Voorthuysen J.H.* 1963. Die obermiozäne Transgression im Nordseebecken und die Tertiär-Quartärgrenze. — *Mem. Soc. Belg. Geol., Paleontol. et Hydrol. Ser.*, N 6.
- Viret Y.* 1964. Le loess à banes durcis de Saint vallier (Drome) et sa fauna de mammifères villafranchiens. *Nouv. Arch. Mus. Hist. Natur. Lyon.*
- Walker G.P.L.* 1964. Geological investigations in Eastern Iceland. — *Quart. J. Geol. Soc. London*, 119.
- Weaver Ch. E., Beek Sr., Bramlette M.N.* 1944. Correlation of the Marine Cenozoic formations of Western North America. — *Bull. Geol. Soc. America*, 55, N 5.
- Wensink H.* 1964. Paleomagnetic stratigraphy of younger basalts and intercalated Plio-Pleistocene tillites in Iceland. — *Geol. Rundschau*, 54.
- West F. R. S., Norton P.E. P.* 1974. The Icenian Crag of southeast Suffolk. — *Philos. Trans. Roy. Soc. London, Biol. Sci.*, 296, N 895.
- West R.G.* 1972. Pleistocene geology and biology. London, Longman.
- Wolf J. A., Hopkins D.M.* 1967. Climatic changes recorded by Tertiary land floras in northwestern North America. — In: *Tertiary correlations and climatic changes in the Pacific.*
- Wood S.W.* 1848–1882. A monograph of the Crag mollusca, v. 1–3. London, Paleontol. Soc.
- Woodward S.P.* 1868. A Manual of the Mollusca. London.
- Yabe H.* 1959. A problem of the geological range and geographical distribution of *Desmostylids*. — *Trans. and Proc. Paleontol. Soc. Japan*, N. S., N 33.
- Yorath C.* 1973. Geology of Beanfort-Mackenzie Basin and eastern part of northern interior plains. — In: *Arctic Geology (Amer. Assoc. Petrol. Geologists Mem., N 19).* Tulsa.
- Zullo V. A.* 1968. *Balanus hopkins*, new species and *Balanus balanus* (Linnaeus, 1758) (Cirripedia, Thoracia) from Plio-Pleistocene sediments on Tjörnes, Northern Iceland. — *Calif. Acad. Sci.*, N 69.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава первая	
Состояние и проблемы стратиграфии кайнозоя.	6
Проблема увязки провинциальных шкал с международной шкалой. Горизонт как стратиграфическое подразделение	7
Достижения и основные тенденции в стратиграфии кайнозоя последних лет.	15
Особенности расселения современных моллюсков.	23
Биогеографическая зональность	24
Глава вторая	
Верхний кайнозой Северной Атлантики	37
Морской миоцен Северной Европы	38
Плиоцен-плейстоценовый разрез Исландии как один из опорных разрезов Северной Атлантики	41
Описание морского плиоцен-плейстоцена Исландии (п-ов Тьеднес)	—
Комплексы моллюсков исландского разреза	53
Сравнение с комплексами других разрезов Исландии — Снайфедльсна и Вика	59
Корреляция исландских толщ с разрезами сопредельных районов и их возраст.	61
Сравнение плиоцен-плейстоценовых комплексов Исландии с комплексами английского разреза. Горизонты бассейна Северного моря	—
Сопоставление североморского и южноевропейского плиоцен-плейстоцена	75
О плиоцен-плейстоценовой границе и древних похолоданиях	77
Корреляция исландских разрезов по палеомагнитным материалам	80
Расчленение вулканогенных формаций Исландии и их возраст	82
Верхний кайнозой в океанических осадках Северной Атлантики	87
Глава третья	
Верхний кайнозой северных районов Тихого океана	90
Новое в разработке стратиграфических шкал последних лет. Горизонты Северо-Тихоокеанской области	94
Морской верхний кайнозой Камчатки	114
Комплексы моллюсков миоценовых свит. Возраст комплексов	117
Комплексы моллюсков плиоценовых свит. Возраст комплексов.	122
Объемы горизонтов.	125
Морской верхний кайнозой арктических районов	128
Печорский бассейн, Западная Сибирь, арктические острова. Чукотка, Аляска.	—
Верхний кайнозой в океанических осадках Северного Ледовитого океана и северной части Тихого океана	136
Глава четвертая	
Анализ верхнекайнозойских комплексов северных районов Атлантики и Тихого океана.	143
Корреляция верхнекайнозойских толщ Северной Атлантики и северной части Тихого океана	—
Некоторые вопросы палеогеографии	154
Проблема физических мостов (мост Туле, Берингийский мост)	—
Позднекайнозойские миграции фаун в арктических и бореальных районах	161
Палеоклиматические реконструкции	164
Заключение.	174
Литература	179

CONTENTS

Introduction	3
First chapter	
State and problems of Cenozoic stratigraphy	6
Problems of correlation of provincial scales to the international ones. Horizon as a stratigraphic subdivision	7
Advances and the main trends in Cenozoic stratigraphy of the recent years	15
Peculiarities of dispersion of recent mollusks	23
Biogeographical zonation	24
Second chapter	
Upper Cenozoic of the North Atlantic	37
Marine Miocene of North Europe	38
The Pliocene-Pleistocene section of Iceland as one of the key sections of the North Atlantic . . .	41
Description of the marine Pliocene-Pleistocene of Iceland (Tjornes peninsula)	—
Mollusk assemblages of the Icelandic section and their analysis	53
Comparison with other sections of Iceland — Snafellsness and Vik	59
Correlation of Icelandic deposits to the sections of contiguous regions and their age.	61
Comparison of Pliocene-Pleistocene complexes of Iceland to those of the English section. Horizons of the North Sea basin	—
Comparison of the North Sea and South European Pliocene-Pleistocene	75
Problem of the Pliocene-Pleistocene boundary and old coolings	77
Correlation of Icelandic section according to paleomagnetic data.	80
Subdivision of volcanogenic formation of Iceland and their age.	82
Upper Cenozoic in oceanic sediments of the North Atlantic.	87
Third chapter	
Upper Cenozoic of the Pacific northern regions	90
New aspects of elaboration of stratigraphic schemes in the recent years. Horizons of the North Pacific area	94
Marine Upper Cenozoic of Kamchatka	114
Mollusk assemblages of Miocene suites and their age	117
Mollusk assemblages of Pliocene suites and their age	122
Horizons and their volumes	125
Marine Upper Cenozoic of the Arctic regions	128
The Pechora basin, West Siberia, Arctic islands, Chukotka, Alaska	—
Upper Cenozoic in oceanic sediments of the Arctic Ocean and the northern part of the Pacific Ocean.	136
Fourth chapter	
Comparison of Upper Cenozoic assemblages of the northern regions of the Atlantic and the Pacific ocean	143
Correlation of Upper Cenozoic deposits of the North Atlantic and the northern part of the Pacific Ocean	—
Some problems of paleogeography	154
Physical bridges (bridge Tule, Beringian bridge).	—
Late Cenozoic migrations of faunas in the Arctic and Boreal regions.	161
Paleoclimatic reconstructions	164
Conclusion	174
Bibliography	179

**Юрий Борисович
Гладенков**

**МОРСКОЙ
ВЕРХНИЙ КАЙНОЗОЙ
СЕВЕРНЫХ РАЙОНОВ**

**Утверждено к печати
Ордена Трудового Красного Знамени
Геологическим институтом**

**Редактор *О.М. Петров*
Редактор издательства *В.Я. Енюкова*
Художественный редактор *А.Н. Жданов*
Технический редактор *Н.М. Бурова***

3 р. 20 к.