

На правах рукописи



Рудько Сергей Владимирович

**ЛИТОЛОГИЯ ПРОГРАДАЦИОННЫХ СТРУКТУР В
ВЕРХНЕЮРСКИХ-НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ГОРНОГО
КРЫМА**

Специальность 25.00.06 – литология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Москва – 2014

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки **Геологический институт Российской академии наук.**

Научный руководитель:

Ю.О. Гаврилов - доктор геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией седиментологии и геохимии осадочных бассейнов, заместитель директора ГИН РАН.

Официальные оппоненты:

В.Г. Кузнецов - доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры литологии РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина.

Н.К. Фортунатова - доктор геолого-минералогических наук, заместитель генерального директора ВНИГНИ по научной работе.

Ведущая организация: Геологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова.

Защита состоится 24 июня 2014 г. в 14:30 мин. на заседании диссертационного совета Д 002.215.02 при Геологическом Институте РАН по адресу: 119017, г. Москва, Пыжевский пер. 7, конференц-зал (4 этаж).

С диссертацией можно ознакомиться в отделении геологической литературы Библиотеки по естественным наукам РАН (Старомонетный пер., д. 35) и на сайте <http://www.ginras.ru/struct/19/10/dis.php>.

Автореферат разослан «23» мая 2014 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат геол.-мин. наук,
ст. научный сотрудник ГИН РАН



Т.А. Садчикова

Общая характеристика работы

Актуальность исследований. С развитием сейсмо-стратиграфических исследований в конце прошлого столетия (Пейтон и др., 1982) было обнаружено, что в результате перераспределения осадочного материала на площади бассейна происходит масштабное боковое, латеральное наращивание осадочных тел. В результате этого процесса в области склона осадочного бассейна возникают своеобразные по морфологии «клиноформные» или проградационные структуры. Проградационные структуры образуются в ходе естественной эволюции осадочных бассейнов и являются индикаторами изменений обстановок осадконакопления: флуктуаций уровня моря, тектонических событий, морфологии и глубины бассейна седиментации, климата. Изучение характеристик проградационных структур представляет актуальную проблему литологии (Kenter et al., 2005 и др.).

Верхнеюрские-нижнемеловые отложения Горного Крыма часто имеют наклоненное залегание и включают значительные по мощности (более 3 км) осадочные толщи известняков, конгломератов и флишоидов. Контрастный характер осадков был обусловлен их образованием как в мелководных, так и в глубоководных обстановках седиментации. Между зонами мелководного и глубоководного осадконакопления существовал склон, в пределах которого при определенных условиях происходило латеральное наращивание мощности осадков и формировались проградационные структуры, которые в этом регионе ранее не были выделены и описаны. Это связано с тем, что явление естественного наклона пластов внутри проградационных структур, зачастую не учитывается в геологической практике и объясняется последующими тектоническими движениями.

Существенное значение имеет вопрос измерения истинной вертикальной мощности (глубины прогибания бассейна) отложений внутри проградационных структур, которая не может быть определена суммой расстояний от подошвы к кровле слоев, так как таким образом будет измерена мощность по латерали. Аномально высокую мощность верхнеюрской-нижнемеловой толщи Горного Крыма объясняют присутствием надвигов, однако, детальность стратиграфического расчленения этой толщи не позволяет однозначно судить о налегании древних пород на более молодые, а положение границ надвигов остается во многом не ясным (Борисенко и др. 1997, Милеев, Барабошкин, 1999 и др.). В связи с существующей неоднозначностью интерпретации условий образования верхнеюрского-нижнемелового комплекса отложений, для реконструкции истории развития Горного Крыма требовалось провести

исследования обстановок формирования отложений и оценить роль процессов латерального наращивания осадочных толщ внутри проградационных структур.

Цель работы и основные задачи исследования. Целью работы является изучение присущих отложениям первичных седиментационных структур, условий их формирования и эволюции в позднеюрском-раннемеловом палеобассейне, существовавшем на территории Горного Крыма. Для выполнения поставленной цели требуется решить следующие задачи в области литологии, стратиграфии и структурной геологии:

1. Выделить в структуре верхнеюрских-нижнемеловых отложений Горного Крыма контрастные по литологическому составу толщи, установить их пространственные взаимоотношения.

2. Получить необходимую литологическую характеристику выделенных толщ. Для этого составить седиментологические колонки опорных разрезов, используя современные классификации и методики описания осадочных пород. Установить генетические типы осадков и дать обоснованную интерпретацию условий осадконакопления.

3. На основании комплексного анализа био-стратиграфических данных и полученных результатов Sr-хемотратиграфических (SIS) исследований определить временные интервалы формирования осадочных толщ. Оценить степень диагенетического преобразования исследуемых отложений для корректного проведения Sr-хемотратиграфических исследований.

4. На основании интерпретации седиментологических данных оценить роль латеральной и вертикальной аккреции осадочного материала во время формирования толщ.

5. С учетом новых стратиграфических и седиментологических данных установить этапность формирования верхнеюрских-нижнемеловых отложений. Предложить модель эволюции осадочной толщи с учетом изменения условий среды осадконакопления.

Научная новизна. В работе впервые рассмотрена проблема выявления проградационных структур внутри подвергшейся тектоническим деформациям верхнеюрской-нижнемеловой толщи Горного Крыма. На основании седиментологических методов (Лидер, 1986; Реддинг и др., 1990; Tucker, 1987; Tucker, Wright 1990; Flügel, 2010) восстановлены обстановки осадконакопления исследованных отложений в районе плато Демерджи и Байдарской котловины, показано присутствие осадочных толщ, накапливавшихся на склоне палеобассейна, которые формировали проградационные структуры. Впервые для уточнения возраста и корреляции верхнеюрских-нижнемеловых отложений Горного Крыма применен Sr-хемотратиграфический метод, рассмотрены его аналитические

возможности. Применение этого метода позволило уточнить возраст ряда горизонтов в составе верхнеюрских-нижнемеловых карбонатных отложений в изученных районах, оценить скорость осадконакопления карбонатной платформы в раннетитонское время, оценить значение надвигов в строении карбонатных толщ. Рассмотрена история эволюции осадочной толщи верхнеюрских-нижнемеловых отложений в контексте изменения литологических характеристик проградационных структур и смежных фаций.

Практическая значимость работы. К осадочным толщам, накопившимся в пределах современных и древних шельфов, бывают приурочены крупные месторождения углеводородов. Скрытые под дневной поверхностью, эти объекты доступны лишь в отдельных скважинах, что определяет интерес к поиску их аналогов, позволяющих проводить весь спектр литологических, геохимических и структурных исследований.

В настоящее время активно обсуждается возможность нахождения залежей углеводородов в мезозойско-кайнозойском чехле в погруженных областях Черного моря (Афансенков и др., 2007). Верхнеюрские отложения Горного Крыма следует рассматривать в качестве аналогов потенциальных коллекторов. В связи с этим новые данные о проградационных структурах и их литологической характеристике могут быть использованы при интерпретации сейсмопрофилей и анализе перспективности разработки залежей углеводородов.

Апробация работы. Результаты работы были представлены на конференции «Палеострат-2011» (Москва, 2011); на Четвертом Всероссийском совещании «Юрская система России, проблемы стратиграфии и палеогеографии» (Санкт-Петербург, 2011); на 3-м Международном симпозиуме по геологии Черноморского региона (Бухарест, Румыния, 2011); на конференции «Ломоносовские чтения» (Москва, 2011); на VI Всероссийском литологическом совещании (Санкт-Петербург, 2012); на I Всероссийской молодежной научно-практической конференции. (Новосибирск, 2013); на VII Всероссийском литологическом совещании (Новосибирск, 2013).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 3 статьи в российских реферируемых журналах, рекомендованных ВАК, и 12 тезисов докладов в российских и зарубежных изданиях.

Фактический материал. В основу работы положены полевые исследования автора, проведенные в Горном Крыму в районе плато Демерджи и плато Тирке совместно с В.К. Пискуновым (МГУ) в 2008 и 2010-2011 гг., а также персонально в районе Байдарской и Варнаутской долин, бухты Мегало-Яло в 2012-2013 гг. В изученных районах представлены все главные типы осадочных пород верхнеюрской-нижнемеловой толщи, которые позволяют достаточно полно охарактеризовать ее фациальное строение (Успенская, 1969). В результате

проведенных исследований было составлено 6 опорных разрезов для центральной и 8 разрезов для западной части Горного Крыма суммарной мощностью 2740 м. Изучено более 500 петрографических шлифов карбонатных пород. Породы, содержащие глинистый материал, исследовались с помощью рентгеноструктурного анализа. Геохимическая характеристика для хеостратиграфических исследований получена для 90 образцов известняков и 9 образцов ископаемой фауны, из них в 56 образцах определен изотопный состав $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. В серии образцов из собранной автором коллекции А.А. Федоровой была определена микрофауна фораминифер, М.С. Карпук - фауна остракод и Е.С. Платоновым – фауна кальпионеллид. Кроме того, использовались определения аммонитов, выполненные Е.Ю. Барабошкиным.

Объем и структура диссертации. Работа состоит из введения, 4 частей, состоящих из 13 глав, заключения, списка литературы. Объем диссертации составляют 171 страница машинописного текста, 8 таблиц, 68 рисунков и 29 страниц приложения. Список литературы включает 175 наименований (из них 86 на русском и 89 на иностранных языках).

Первая часть содержит вводные главы.

В главе 1 «Развитие представлений о проградационных структурах и их значение в строении верхнеюрских-нижнемеловых отложений Горного Крыма» дан исторический обзор о том, как были обнаружены проградационные структуры, в каких условиях они формируются, и какое значение имеют для понимания процессов эволюции осадочного бассейна. Обоснована необходимость их установления и изучения в структуре осадочной толщи Горного Крыма.

В главе 2 «Материал и методика исследований» приведены сведения о геологическом строении Горного Крыма и положении 2-х основных районов исследования: района плато Демерджи (РПД) и Юго-Западной части Горного Крыма (ЮЗК). Рассмотрены методические подходы использованные в работе: краткие сведения о классификациях, на которых построены седиментологические исследования, методика Sr-хеостратиграфических исследований.

В главе 3 «Литологические и микрофациальные типы» рассмотрены принципы выделения литологических и микрофациальных типов, которые являлись основным инструментом реконструкции условий формирования изученных отложений и, в частности, проградационных структур. Первые выделены только для терригенных пород, вторые – на основании изучения карбонатных пород в шлифах.

Вторая и Третья части содержат описание районов РПД и ЮЗК соответственно, приведенное в главах 4 - 9. Структура каждой из частей включает 3 главы: 1 – «Строение отложений района», 2 – «Sr-хеостратиграфическая характеристика и возраст толщ», 3 – «Седиментологическая характеристика и условия формирования толщ». Главы содержат необходимые сведения по истории

структурных, стратиграфических и литологических исследований. Для каждого из районов на основании литологических и структурных наблюдений выделены контрастные по литологическому составу толщи, описаны их взаимоотношения и характер залегания. Для этих толщ приведен синтез имеющихся био-стратиграфических данных и описание Sr-хемотратиграфического датирования. Затем представлены седиментологические описания опорных разрезов и интерпретация условий осадконакопления. Описание некоторых разрезов РПД ранее были приведены в работах (Рудько, Пискунов, 2012; Пискунов, Рудько, Барабошкин, 2012а; б; Пискунов, 2013). Однако седиментологическая характеристика конгломератовых толщ была представлена весьма скупо и с рядом неточностей, которые были устранены. Отсутствовало и критическое обсуждение интерпретаций условий формирования для конгломератовых отложений. Седиментологическая характеристика карбонатных толщ, напротив, была представлена исчерпывающе. В связи с этим в настоящей работе для карбонатных толщ РПД приведены лишь общие резюмирующие результаты, а также те седиментологические аспекты, которые необходимы для характеристики проградационных структур.

Четвертая часть содержит обсуждение результатов исследования.

В главе 10 «Новые данные о скорости осадконакопления в пределах карбонатной платформы» на основании Sr-хемотратиграфического датирования оценивается скорость осадконакопления в пределах карбонатной платформы в раннетитонское время. Обсуждается конфигурация (морфология профиля) карбонатной платформы, а также фации, для которых получена скорость накопления осадков.

В главе 11 «Происхождение известняковых брекчий Горного Крыма» обсуждается важный для понимания структуры и истории формирования верхнеюрских-нижнемеловых отложений вопрос генезиса известняковых брекчий, которые выявлены в каждом из районов исследования.

В главе 12 «Типы проградационных структур, их литологическая характеристика и положение в современной структуре» приведены обобщающие сведения о проградационных структурах, полученные в ходе исследований районов РПД и ЮЗК.

В главе 13 «Модель развития позднеюрского-раннемелового осадочного бассейна Горного Крыма» дана краткая история развития взглядов на историю формирования верхнеюрского осадочного бассейна Горного Крыма. На основании результатов представленных в работе и анализа новых литературных данных представлена модель эволюции осадочного бассейна, которая отражает пространственно-временные соотношения фаций внутренних и краевых частей

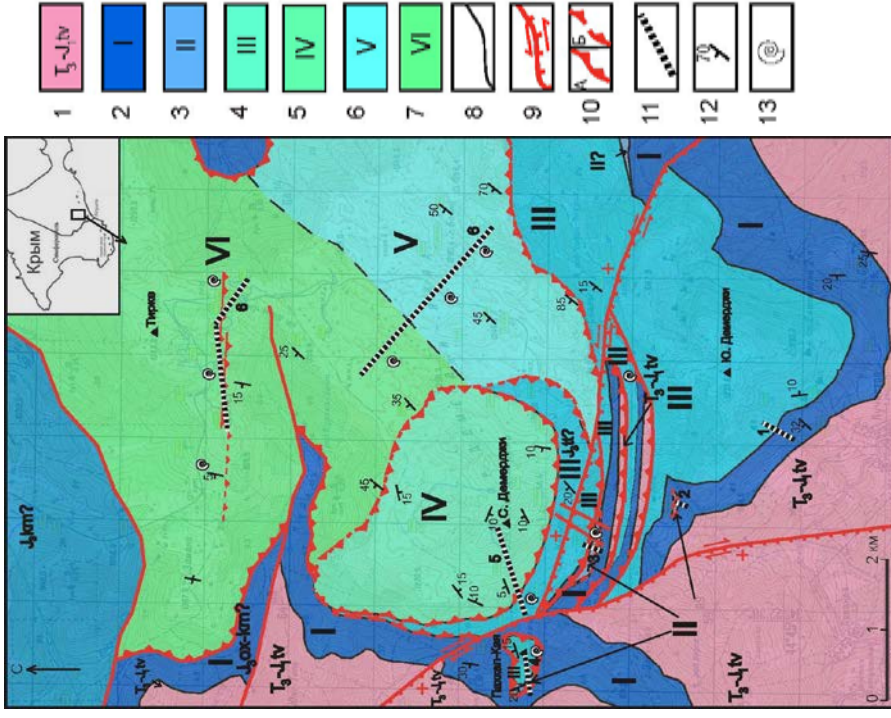


Рис. 1. Схематическая геологическая карта РПД (по Пискунов, 2013 с изменениями).
 Условные обозначения: 1 – таврическая серия, верхний триас – нижняя юра; 2 – толща I; 3 – толща II; 4 – толща III; 5 – толща IV; 6 – толща V; 7 – толща VI; 8 – стратиграфические границы; 9 – левый сдвига-сброс; 10 – надвиг; А – достоверные, Б – предполагаемые; 11 – положение изученных разрезов; 12 – элементы залегания; 13 – места находок ископаемой фауны.

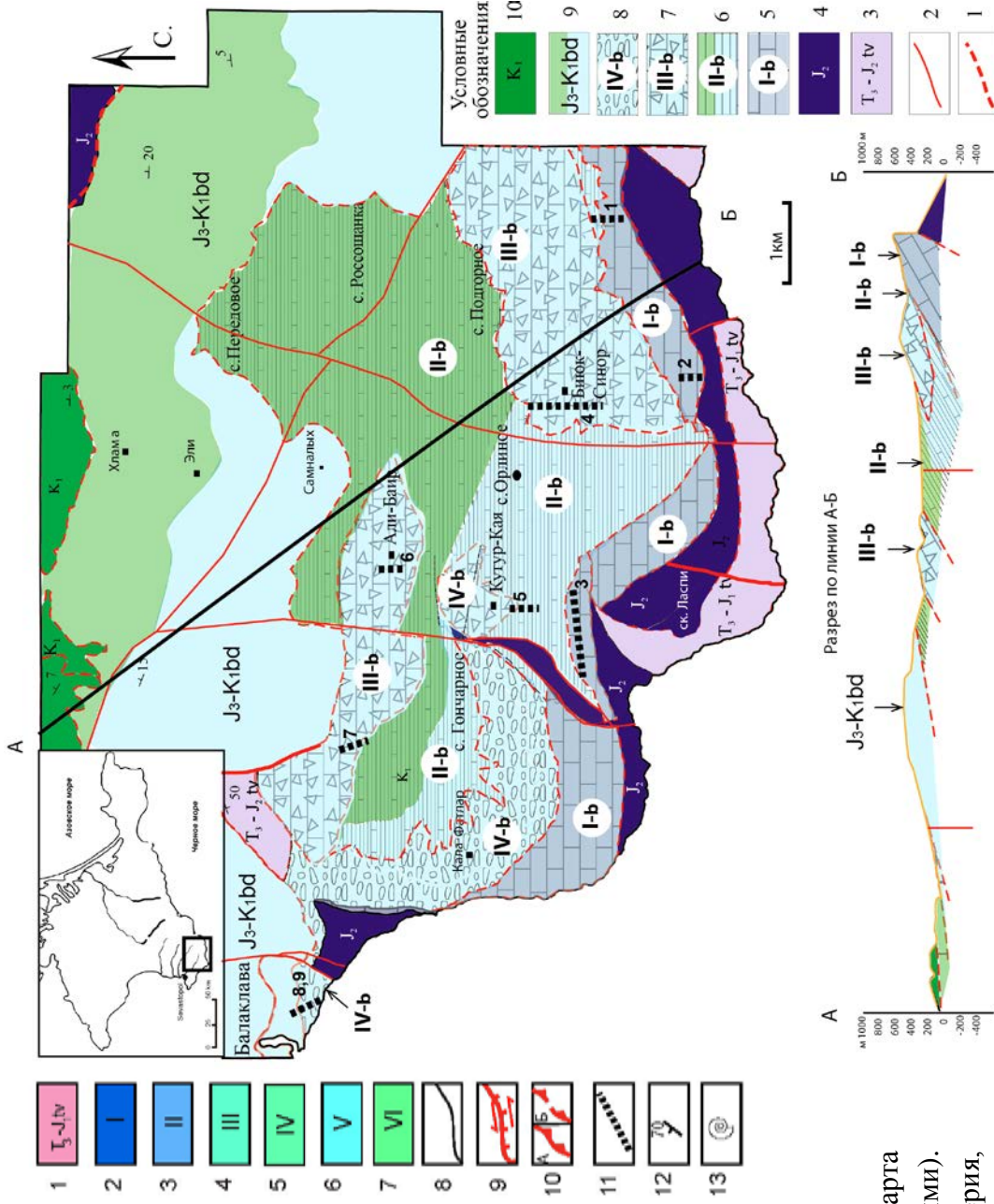


Рис. 2. Схематическая геологическая карта ЮЗК (по Федорова, 2005 с изменениями). 1 – предполагаемые надвиги, несогласные границы толщ; 2 – вертикальные разрывные нарушения; 3 – отложения таврической серии (ТЗ-IV); 4 – нерасчлененные среднеюрские отложения; 5 - 9 – верхнеюрские отложения: 5 – толща I-b; 6 – толща II-b; 7 – толща III-b; 8 – толща IV-b; 9 – пограничные отложения юры и мела байдарской свиты; 10 – нерасчлененные нижнемеловые отложения.

карбонатной платформы, дельтовых фаций и фаций глубоководного бассейна внутри трансгрессивно-регрессивных циклов второго порядка.

В «заключении» приведены основные результаты работы.

Благодарности. Работа выполнена в лаборатории седиментологии и геохимии осадочных бассейнов, под руководством д.г.-м. н. Ю.О. Гаврилова, который направил автора по увлекательному пути настоящего исследования и которому автор выражает глубочайшую признательность за то, что никогда на этом пути не оставался один.

Существенное влияние на взгляды автора по вопросам седиментологии оказали также Е.Ю. Барабошкин и П.Ю. Петров, которым автор выражает особую благодарность. В не меньшей степени автор благодарен А.Б. Кузнецову, Б.Г. Покровскому и В.Ю. Лаврушину за консультации по вопросам хемотратиграфии и геохимии. Работа не могла бы состояться без бессменного коллеги - В.К. Пискунова, которого автор благодарит за проведенные вместе дни полевых изысканий и всестороннюю помощь.

Автор также благодарит А.Ю. Гужикова, А.А. Федорову, Е.В. Щепетову, М. С. Карпук, В.Е. Коварскую, В.С. Родина, Д.В. Рудько, М.И. Багаеву, И.В. Латышеву, А.Н. Стафеева, В. Л. Косорукова, А. В. Тевелева, А.М. Никишина и всех тех, кто так или иначе способствовал подготовке данной работы.

Отдельно автор благодарит интернет ресурс Jurassic.ru и его создателей.

Первое защищаемое положение

На основании изучения строения и литологических характеристик верхнеюрских-нижнемеловых отложений Горного Крыма в них установлены проградационные структуры, образованные грубообломочными отложениями дельт Гильбертова типа, рифами и шлейфами фронта карбонатной платформы, в том числе мощными толщами мегабрекчий.

Верхнеюрская-нижнемеловая толща Горного Крыма образует моноклираль северо-западного падения, внутри которой часто заметны отклонения от общего стиля залегания, которые выражаются в виде угловых несогласий на различных уровнях. Как было сказано выше, наклоненное залегание верхнеюрских-нижнемеловых отложений может быть связано как с первичным седиментационной архитектурой осадочной толщи внутри проградационных структур, так и с тектоническими деформациями, и роль этих двух факторов в образовании современной структуры Горного Крыма остается невыясненной.

Образование проградационных структур в процессе естественной эволюции осадочных бассейнов приурочено к склонам расположенным на границах различных обстановок седиментации: переход от мелководного шельфа к

глубоководному бассейну, прибрежной зоне со значительным уклоном дна. В связи с этим в районах развития контрастных по литологическому составу верхнеюрских-нижнемеловых отложений Горного Крыма проведены детальные структурные и седиментологические исследования, направленные на выявление склоновых отложений и их взаимоотношений со смежными фациями.

Существенный вклад в изучение литологии верхнеюрских-нижнемеловых отложений Горного Крыма внесли А.С. Моисеев, В.Ф. Пчелинцев, И.В. Архипов, В.Г. Чернов, М.В. Муратов, А.И. Успенская, М.В. Михайлова, Н.И. Лысенко, Б.Т. Янин, В.В. Пермяков, А.И. Вознесенский, Е.Ю. Барабошкин, А.В. Швидкий, А.О. Андрухович, А.В. Туров, В.В. Аркадьев и др. Главные черты тектонического строения верхнеюрских-нижнемеловых отложений Горного Крыма также рассмотрены в работах Ю.В. Казанцева, Л.С. Борисенко, Ю.С. Бискэ, В.С. Милеева, В.В. Юдина, А.М. Никишина, И.Г. Щербы и других авторов.

Структурные наблюдения

В пределах распространения верхнеюрских-нижнемеловых отложений РПД выделено шесть толщ снизу вверх (рис. 1): I – конгломераты (до 80 м); II – известняки, слагающие отдельные линзы (20–40 м); III – конгломераты и конглобрекции с обломками верхнеюрских известняков (более 150 м); IV – слоистые известняковые брекции (300 м); V – слоистые известняки (1000 м), VI – известняки с прослоями мергелей и конгломератов (более 300 м).

Перечисленные толщи образуют надвиговую структуру, что подтверждается налеганием пород таврической серии (T_3-J_1) на верхнеюрские толщи между горами С. и Ю. Демерджи (Успенская, 1969, Милеев и др., 1995; Пискунов, Рудько, Барабошкин, 2012а). Однако в отдельных тектонических блоках удается наблюдать первичные взаимоотношения толщ в ненарушенном залегании. Так, в пределах г. Ю. Демерджи слои конгломератов толщи I круто наклонены З. – С.З. румбах (Аз. $270-330^\circ \angle 20-35^\circ$), и прилегают к выровненной поверхности пород таврической серии. На них с угловым несогласием залегают конгломераты и конглобрекции толщи III, которые полого падают на восток (Аз. $90^\circ \angle 10-15^\circ$). На границе между толщами не проявлено признаков тектонических деформаций. Как будет показано ниже, это угловое несогласие связано с клиноформным строением конгломератовых толщ. Толща II обнаруживается к северу и востоку от г. Ю. Демерджи, она разделяет названные толщи конгломератов и в отдельных обнажениях имеет с ними не нарушенные контакты. Толща IV слагает вершинную часть г. С. Демерджи, где она несогласно залегают на отложениях толщи III и V по предполагаемому надвигу. Толща V обнажается в пределах плато Демерджи и слагает крупную моноклиналичную структуру, которая падает на северо-запад (Аз. $330^\circ \angle 80-35^\circ$). Толща VI наращивает эту моноклинали на плато Тирке, но залегают под более пологим углом, погружаясь в западном направлении (Аз. $330^\circ \angle 35-15^\circ$).

В районе ЮЗК выделено 4 толщи снизу вверх (рис. 2): I-b – массивные и слоистые известняки (более 500 м), II-b – флишоиды (? м), III-b – слоистые известняковые брекчии (более 300 м), IV-b – конгломераты и конглобрекчии с обломками верхнеюрских известняков (300 м). Залегание толщ определяется надвигами южной вергентности (Бискэ, 1997), а контакты повсеместно подорваны или задернованы, что затрудняет оценку их мощности.

В пределах Байдарской котловины ЮЗК толщи I-b, II-b, III-b, залегают на среднеюрских вулканогенно-осадочных комплексах с угловым и стратиграфическим несогласием и образуют моноклиналиную структуру, которая погружается в северных румбах (Аз. $280-30^\circ \angle 40-15^\circ$). К западу, в южном борту Варнаутской котловины на отложениях толщи I-b и II-b залегают толщи IV-b. Последняя занимает положение в структуре аналогичное толще известняковых брекчий III-b, замещая ее к юго-западу. Присутствие в составе обеих толщ известняковых брекчий позволяет предполагать их близкое формирование во времени и пространстве. Далее к юго-западу флишоиды толщи II-b выклиниваются, а отложения толщ I-b и IV-b залегают в крыльях крупной антиклинальной складки, в ядре которой в районе бухты Мегало-Яло обнажаются флишоиды среднеюрского возраста.

Литологические наблюдения

Для установления условий формирования верхнеюрских-нижнемеловых отложений изучена седиментология опорных разрезов выделенных толщ. Разрезы представлены в виде седиментологических колонок, которые содержат подробную характеристику структур, текстур и состава изученных отложений.

Методы седиментологических наблюдений для терригенных (силикокластических) и карбонатных образований существенно различаются. Для терригенных пород на основании характера слоистости, гранулометрии, упаковки, сортировки и состава зерен были выделены литотипы (ЛТ), для которых, в соответствии с механизмом транспортировки и другими характеристиками потока (Лидер, 1986; Dasgupta, 2003 и др.), реконструирован характер седиментации. Интерпретация генетических типов потоков проводилась в соответствии с классификацией (Dasgupta, 2003). Взаимоотношение выделенных литотипов определяет фациальные парагенезы, интерпретация которых позволяет обосновать обстановку осадконакопления.

При изучении карбонатных пород основным методом исследований являлся микрофациальный анализ в шлифах (Flügel, 2010). Выделение микрофаций проводилось на основании изучения компонентного состава, структуры породы, биотурбаций, характера цементов и других специфических признаков карбонатных пород. Структура карбонатных пород определялась с применением классификации (Embry, Klovan, 1971). Далее изученные микрофации были объединены в

микрофациальные типы (МТ), которые характеризуют определенные фациальные зоны карбонатной платформы (на основании моделей в работах Уилсон, 1980; Leinfelder et al., 2002; Flügel, 2010).

Особое внимание уделено определению генезиса известняковых брекчий, которые могут иметь осадочную, карстовую или тектоническую природу. В связи с этим были сделаны выборки по 10 обломков внутри отдельно взятых слоев известняковых брекчий, чтобы определить степень смешения различных МТ карбонатных пород внутри слоя. Совокупность таких выборок определяла состав брекчий исследованной толщи. Путем изучения различных типов карбонатных цементов и их соотношений проанализирована диагенетическая история обломков в брекчиях. Такой подход, вкуче с макроскопическими наблюдениями текстурных особенностей известняковых брекчий, позволяет сделать аргументированный вывод об их генезисе (Flügel, 2010).

Литологические типы (ЛТ) и условия формирования конгломератовых толщ

В результате типизации пород в изученных разрезах толщ I, III, IV-b выделены ЛТ (рис. 3). Среди них интерпретированы: отложения низкоплотных потоков (ЛТ 9, 10), которые связаны с продолжительным действием однонаправленного течения внутри русла; отложения высокоплотных гравитационных потоков (ЛТ 2, 3, 4, 5, 6, 7), которые возникали и осаждались на склоне и у его подножья; отложения связанные с волновым воздействием (ЛТ 8), образованные выше базиса штормовых волн; фоновые отложения, связанные с продолжительным выпадением осадка из взвеси (ЛТ 1).

Седиментация на склоне приводит к латеральному наращиванию осадочной толщи и образованию проградационных структур, в то время как увеличение мощности русловых фаций связано с вертикальным наращиванием мощности в пределах флювиальной равнины. Таким образом, выявление склоновых осадков внутри изученных толщ позволяет выделить отложения, которые образовались внутри проградационных структур. В осадочной летописи изученных конгломератовых толщ (I, III, IV-b) склоновые осадки резко преобладают. Они формируют достаточно протяженные наклоненные слои, внутри которых, также, может наблюдаться замещение отложений дебрисных потоков (ЛТ 6, 7), отложениями вязко-пластичных оползней (ЛТ 4) в нижней части слоя. Такое соотношение ЛТ позволяет выделять фации верхней и нижней части склона внутри толщ имеющих проградационное строение.

Формирование мощных толщ грубообломочных силикокластических осадков с ярко выраженной проградационной архитектурой (клиноформным строением) происходит внутри дельт Гильбертова типа (Nemes, Steel, 1984; Postma, 1984; 1990; McPherson et al., 1987; Breda et al., 2007; Longhitano, 2008) (рис. 3). В строении таких дельт различают: покровные слои, образованные отложениями дельтовой

равнины (ЛТ 9, 10); передовые слои, образованные отложениями, которые формируются на склоне и его подножье (ЛТ 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8); донные слои, образованные тонкозернистыми осадками авандельты (ЛТ 1,2).

Размеры и детали фациального строения таких дельт могут в значительной степени различаться. Эти особенности рассмотрены в соответствующих разделах, посвященных описанию разрезов и обстановке формирования конгломератовых толщ (главы 6 и 9).

Микрофациальные типы и условия формирования карбонатных толщ

Изучение карбонатных отложений района ЮЗК позволило выделить ряд МТ. Проведено их сопоставление с микрофациальными типами разработанными нами ранее для отложений РПД (Пискунов, Рудько, Барабошкин, 2012б; Пискунов, 2013). Совокупность выявленных МТ позволяет обосновать приуроченность отложений к различным частям карбонатной платформы: внутренней, краевой, склону и глубоководному бассейну (рис. 4). Боковое наращивание осадочной толщи в масштабах шельфа проявляется внутри рифовой и склоновой фациальных зон. Таким образом, отложения которые формируются в этих фациальных зонах характеризуют литологию проградационных структур в изученных карбонатных толщах.

Фации рифов и склона карбонатной платформы частично участвуют в строении известняковых толщ II и I-b. Они представлены преимущественно тромболитами со строматопорами, теребеллидами и тубифитами *Crescentiella morronensis* (МТ 5), микробиально-коралловыми постройками (МТ 6), постройками с преобладанием проблематик ассоциации *Lithocodium – Bacinella* (МТ 7), а также продуктами переотложения этих построек – интракластовыми микрофациями (МТ 8). Из них основную роль в строении рифов играют тромболиты – неслоистые микробиальные образования с микрит-пелоидальной структурой (Leinfelder et al., 2002; Flügel, 2010), которые тяготеют к образованию на глубине и часто являются главным компонентом иловых холмов.

Прижизненные масштабы и морфологические особенности строения рифов, в изученных отложениях наблюдаются весьма редко (толща I-b, разрез 3, глава 9). Их размеры могли достигать первых десятков метров, а наиболее активное формирование происходило в верхней части склона во фронте платформы, что способствовало проградации карбонатной платформы.

В отложениях толщи V и VI на основании микрофациальных исследований проградационных структур не обнаружено.

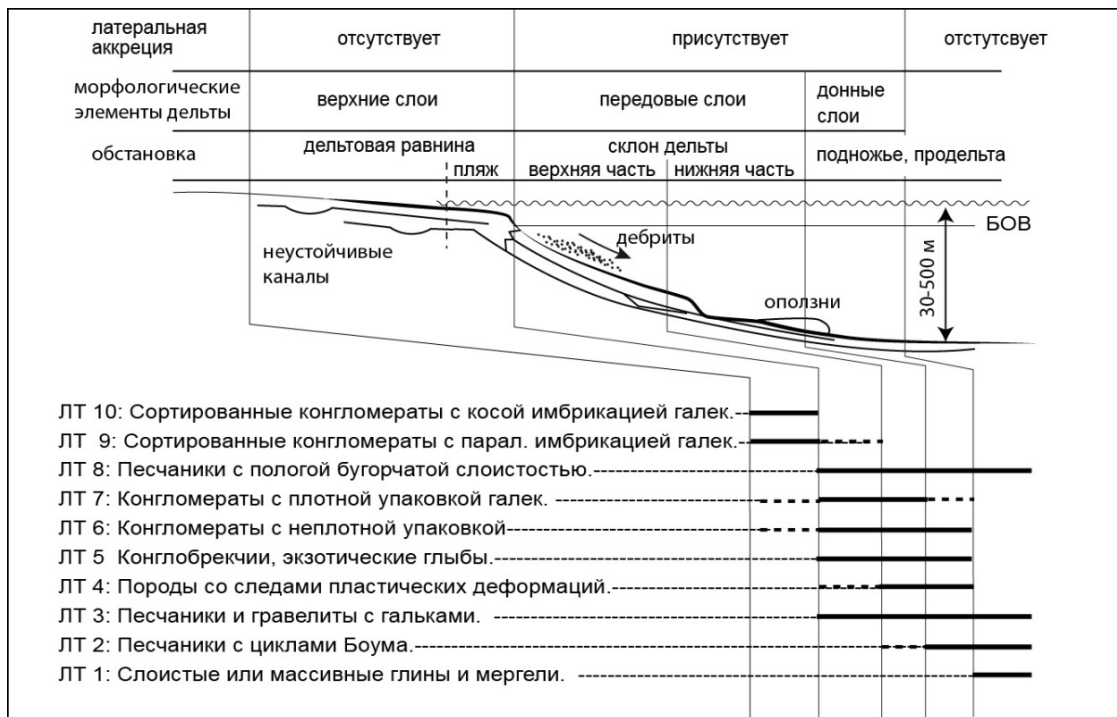


Рис. 3. Распределение выделенных ЛТ по фациальным зонам дельты Гильбертова типа.

Пунктиром показано относительно редкое распространение. БОВ – базис обычных волн.

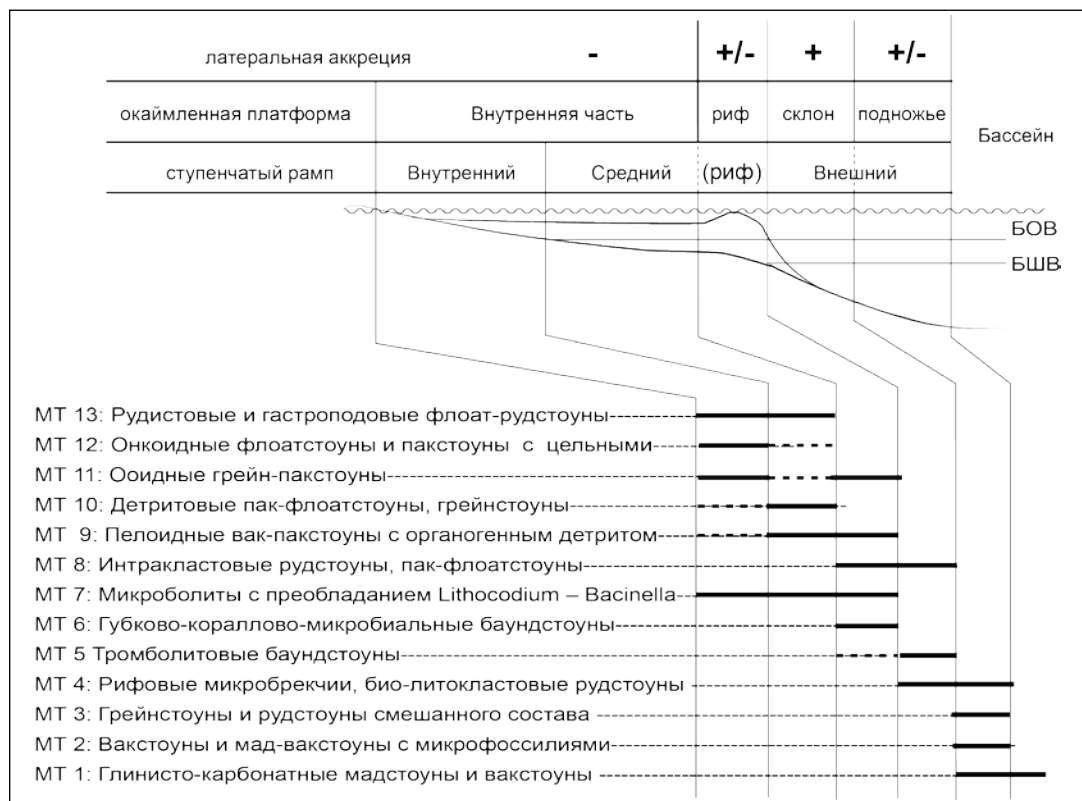


Рис. 4. Распределение выделенных МТ по фациальным зонам карбонатного шельфа.

Пунктиром показано относительно редкое распространение. БОВ – базис обычных волн, БШВ – базис штормовых волн. Латеральная аккреция: – отсутствует, +/- частично присутствует, + преобладает.

Известняковые брекчии, являясь типичным образованием фронта карбонатных платформ, где они накапливаются в виде шлейфов разрушения рифовых комплексов, могут образовываться в процессе карстования или тектонизации карбонатных толщ (Flügel, 2010). Может возникать последовательное наложение процессов механического переотложения, хрупких деформаций и карстования известняков в любом порядке, что приводит к формированию брекчий полигенетического происхождения. Такие полигенетические брекчии, по-видимому, довольно часто встречаются в геологической летописи верхнеюрских карбонатных платформ северной окраины Тетиса, которые испытали тектонические деформации внутри Альпийского пояса (Kovačić, Mrinjek, 1994; Graziano, 1999; Vlahović et al., 2002; Perotti et al, 2011 и др.).

В изученных разрезах толщ IV и III-b присутствуют свидетельства того, что известняковые брекчии формировались в результате осадочных процессов. На это указывает достаточно хорошая стратификация большей части отложений, различные характеристики окатанности, упаковки и сортировки обломков, в том числе с обратной градационной слоистостью, которая часто возникает при осаждении материала из дебрисного потока (Лидер, 1986). Важно отметить присутствие стратифицированных и богатых текстурами пачек с терригенной галечной и песчаной примесью, которые переслаиваются с пачками известняковых брекчий, полностью лишенных терригенной примеси, что может быть связано с осадочной цикличностью разреза на фоне флуктуаций уровня моря. Окатанность некоторых известняковых глыб может быть объяснена продолжительной волновой агитацией в прибрежной зоне.

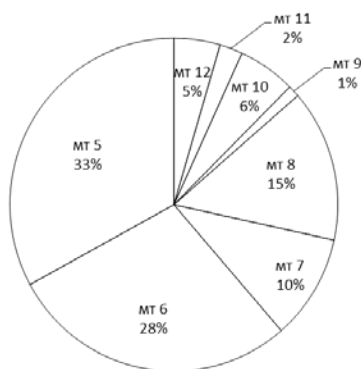
Свет на происхождение известняковых брекчий проливает также состав микрофаций в обломках (рис. 5) и мелкообломочных горизонтах толщи III-b. Последние представлены рудстоунами и грейнстоунами МТ 3, которые по составу компонентов и текстурам близки к кальцитурбидитам флишоидов толщи II-b. Образование этих горизонтов связано с формированием предрифовых шлейфов на различных дистанциях и характеризует нормальный осадочный процесс во фронте платформы с выраженным склоном (Уилсон, 1980; Flügel, 2010; Spence, Tucker, 1997). В обломках брекчий этих толщ установлено резкое преобладание тромболитов с инкрустаторами *Crescentiella* МТ 5 и баундстоунов МТ 6, состоящих из кораллов, губок. Относительно часто в обломках встречаются интракластовые межрифовые отложения МТ 8 и микроболиты с преобладанием инкрустаторов *Lithocodium – Vacinella* МТ 7. Распределение МТ в обломках известняковых брекчий свидетельствует о том, что основным источником материала служили рифовые фации фронта карбонатной платформы.

МТ 9, 10, 11, 12 внутренних частей карбонатной платформы в обломках брекчий сравнительно редки, ассоциируют с терригенным материалом и

встречаются чаще в верхней части толщ. Поступление этого материала следует связывать с относительным падением уровня моря, которое способствовало транспортировке терригенного материала в сторону бассейна, разрушению и переотложению литифицированных известняков внутренней части карбонатной платформы.

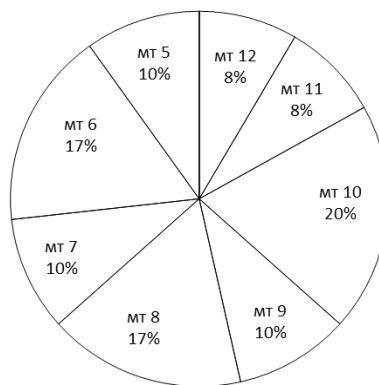
Описанный тип осадочных известняковых брекчий в виде шлейфов фронта платформы нередко называют «мегабрекчиями» (Spence, Tucker, 1997). Геологические примеры крупных толщ мегабрекчий свидетельствуют о том, что такие отложения формируют очень крупные проградационные структуры – с высотой склона до первых сотен метров и уклоном 20°–40° (Spence, Tucker, 1997; Kenter, 1990; Porta et al, 2004; Kenter et al. 2005). В изученных районах залегание мегабрекчий осложнено тектоническими деформациями и первичную архитектуру этих образований установить трудно. Однако следует допускать, что значительная их мощность может быть связана с латеральным наращиванием осадков на склоне.

Толща I-b



71 образец

Толща III-b



88 образцов

Рис. 5. Состав обломков брекчий толщи III-b. MT 5, 6, 7, 8 – фациальная зона рифов и склона карбонатной платформы, MT 9, 10, 11, 12 – фациальная зона внутренней части платформы. Видно, что в обломках брекчий толщи III-b встречены все микрофациальные типы, выделенные для толщи I-b, однако, обломки фронта карбонатной платформы резко преобладают.

Второе защищаемое положение

Для уточнения времени формирования и корреляции разрезов верхнеюрских-нижнемеловых отложений Горного Крыма впервые применен метод Sr-хемотратиграфии. Результаты изучения изотопных $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ характеристик пород позволили осуществить корреляцию карбонатных отложений плато Демерджи и южного борта Байдарской котловины. Геохимические свидетельства возраста отложений скоррелированы с аммонитовыми шкалами. На основании полученных значений $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ оценена скорость осадконакопления карбонатной платформы в раннетитонское время, которая составила не менее 0.23 м / 1000 лет.

Большой вклад в изучение стратиграфии верхнеюрских-нижнемеловых отложений внесли О. Ретовский, Д.П. Стремоухова, А.С. Моисеев, В.Ф. Пчелинцев, Г.Ф. Вебер, Д.В. Соколов, Г.Я. Крымгольц, М.В. Муратов, Г.А. Лычагин, В.А. Обручев, Н.К. Овечкин, Б.Т. Янин, Н.П. Химишашвили, Н.И. Лысенко, Е.А. Успенская, Т.Н. Горбачик, К.И. Кузнецова, В.В. Аркадьев, Е.Ю. Барабошкин, А.А. Федорова, М.А. Рогов, А.Ю. Гужиков и другие исследователи.

Однако возрастная характеристика верхнеюрской-нижнемеловой толщи Горного Крыма не позволяет проводить корреляцию удаленных отложений и восстанавливать последовательность их формирования на необходимом уровне. Это связано с ярко проявленной фациальной изменчивостью, которая затрудняет литостратиграфические построения, и сложностями биостратиграфического расчленения известняковых и конгломератовых отложений.

Существующие представления о стратиграфии верхнеюрских-нижнемеловых отложений преимущественно опираются на данные полувековой давности, собранные во время геологической съемки (Успенская, 1969). Сложности детального биостратиграфического расчленения верхнеюрских известняков связаны с редкостью находок аммонитов (Аркадьев, Рогов, 2006) в отложениях мелководных карбонатных платформ, что характерно не только для крымских разрезов. Микропалеонтологические исследования верхнеюрских отложений Крыма позволили выделить фораминиферовые зоны (Горбачик, Кузнецова, 1994; Федорова, 2000; Аркадьев и др., 2006). Тем не менее, бентосные фораминиферы фациально зависимы и в глубоководных отложениях обычно переотложены, в связи с чем их корреляция с аммонитовыми зонами неоднозначна.

Время формирования изучаемых отложений может быть уточнено с помощью стронциевой изотопной хемотратиграфии (SIS). Датировка методом SIS осуществляется путем сопоставления полученного значения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в исследуемой породе с кривой долговременных вариаций отношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в океане. Значения стандартной кривой $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в период с оксфорда по валанжин неизменно

и быстро возрастают от самых низких значений в фанерозое – 0.7068 до – 0.7074 (McArthur et al, 2001; Gradstein et al., 2012), что делает этот метод потенциально пригодным для исследуемого временного интервала.

Отбор образцов, пригодных для реконструкции изотопного состава $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в морской воде, представляет одну из важнейших задач метода SIS. В связи с отсутствием фауны белемнитов в отложениях карбонатных толщ, в качестве носителей Sr-хемостратиграфической информации использованы образцы валовых известняков. Отобраны образцы которые проявляют наилучшую сохранность первично-осадочных структур в шлифах, а последующая оценка степени их диагенетического преобразования проводилась путем геохимического анализа. Для этого в породах определены содержания главных и примесных элементов (Ca, Mg, Mn, Fe, Sr).

При микроскопическом отборе образцов предпочтение отдавалось карбонатным микрофациям, без компонентов, которые могли бы испытать значительное переотложение (экстракластов и силикокластической примеси). Из рассмотрения исключены образцы, в которых обнаружены кальцитовые жилы или значительное количество эпигенетического спарита. Далее в образцах с наименьшим количеством терригенной примеси и малыми содержаниями Mg, Fe и Mn была изучена Rb-Sr изотопная систематика. В качестве геохимического критерия отбора образцов с ненарушенным $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ первичного осадка приняты значения $\text{Mn}/\text{Sr} < 0.2$ и $\text{Fe}/\text{Sr} < 1.6$, $\text{Mg}/\text{Ca} < 0.02$, которые соответствуют наиболее жестким критериям, использованным в работах по изучению докембрийских и палеозойских известняков (Denison et al., 1994; Кузнецов и др., 2003, 2006, 2008).

Наименее измененные образцы, несущие Sr-изотопную характеристику среды седиментации, присутствуют в нижней, средней и верхней частях толщи V (рис. 6, фиг. 3), а отношение $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в них заключено в пределах 0.70701–0.70710. Отношение $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в шести образцах толщи V, не удовлетворяющих принятым критериям отбора, варьирует примерно в тех же пределах (0.70705–0.70715), что и в неизмененных образцах. Это указывает на то, что позднедиагенетические растворы, которые взаимодействовали с известняками этой толщи, были лишь незначительно обогащены радиогенным ^{87}Sr .

В толщах II, IV и VI не оказалось ни одного образца, который удовлетворял бы принятым геохимическим критериям сохранности. Отношение $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в образцах этих толщ (0.70710–0.70748) выше, чем в образцах, удовлетворяющих геохимическим критериям. Более того, отношение $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в «измененных образцах» толщ II, IV и VI положительно коррелируется с отношениями Mn/Sr и Fe/Sr (рис. 6, фиг. 1). Таким образом, диагенетическая перекристаллизация приводила к повышению отношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в известняках. Тренд увеличения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ изотопного отношения стронция в результате диагенеза зафиксирован в

подавляющем большинстве исследований осадочных карбонатов (Burke et al., 1982; Koepnick et al., 1990; McArthur, 1994; Denison et al., 1994; Кузнецов и др., 2003, 2006, 2008). Поскольку известняки маломощной (20 м) толщи II, брекчиевой толщи IV и терригенно-карбонатной толщи VI находятся в непосредственной близости к силикокластическим породам (рис. 6, фиг. 3), радиогенный ^{87}Sr , заимствованный из ассоциированных песчано-глинистых пород, привел здесь к нарушению первичных Rb-Sr систем известняков. Учитывая этот факт, можно утверждать, что минимальные значения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в названных отложениях отражают верхний предел этого значения в среде осадконакопления.

Sr-изотопная характеристика изучена в трех толщах ЮЗК (I-b, II-b, III-b) и для каждой из них удалось получить изотопные данные, которые не проявляют признаков нарушения первичных отношений $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ среды седиментации.

Несмотря на предельно низкие содержания стронция, концентрации Fe и Mn во многих исследованных образцах не велики и составляют десятки – первые сотни и единицы – первые десятки мкг/г соответственно. В результате 18 из 39 образцов известняков удовлетворяют названным критериям отбора, при этом многие из оставшихся образцов характеризуются значениями, близкими к пороговым. Отношения Mn/Sr и Fe/Sr в известняках не проявляют корреляции с измеренными $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ изотопными отношениями (рис. 6, фиг. 2). Кроме того, отношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ проявляют близость (кучность) значений по разрезам (рис. 6, фиг. 3, см. топонимия).

Sr-хемостратиграфическая корреляция

Полученные значения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ сопоставлены с изотопными данными по другим горизонтам, надежно привязанным к зональным аммонитовым шкалам. Такой подход противопоставляется методу проекции полученных данных на опубликованные кривые, которые привязаны к геохронологическим шкалам (McArthur et al, 2001; Gradstein et al., 2012). Привязка напрямую к аммонитовым зонам помогает избежать переинтерпретации при каком-либо изменении представлений о возрасте биостратиграфических подразделений и упрощает корреляцию с другими биостратиграфическими данными.

Для примера рассмотрим корреляцию полученных изотопных данных для толщ V и IV РПД. Для других толщ корреляция осуществлялась аналогичным образом и рассмотрена в соответствующих главах (главы 5, 8). Результаты датирования приведены на рисунке 6 (фиг. 3).

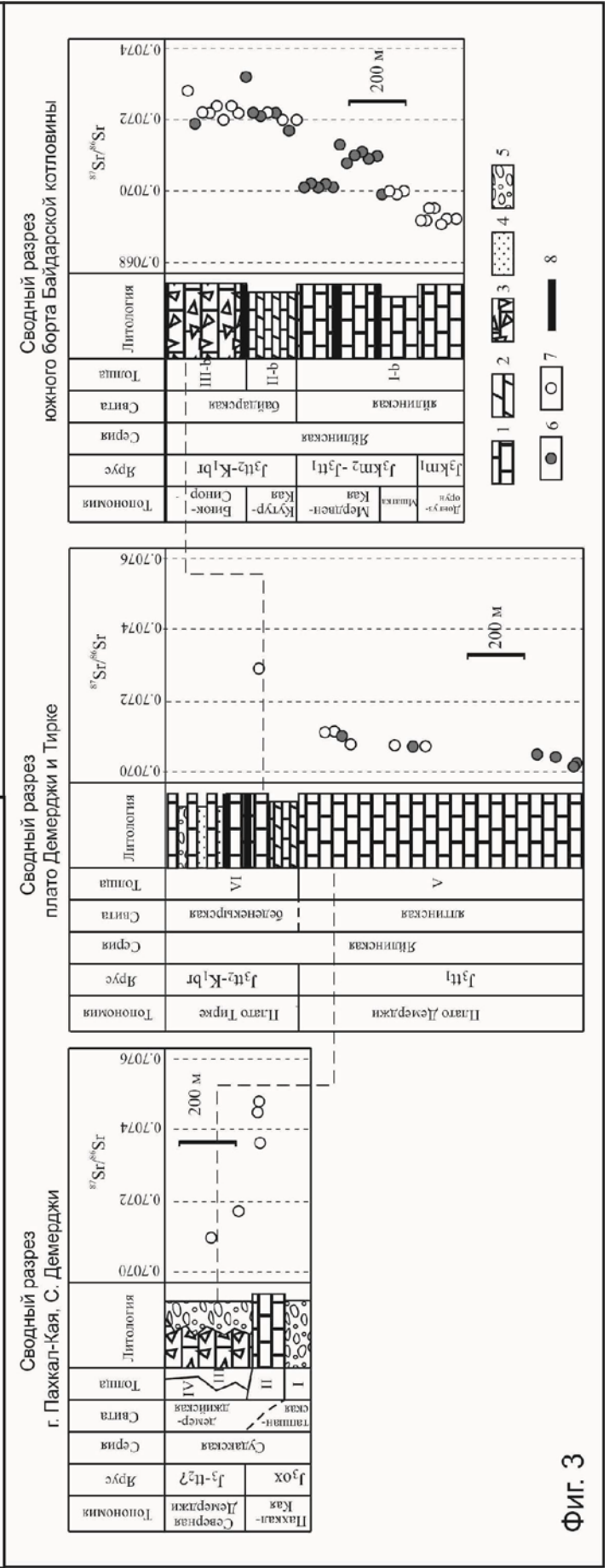
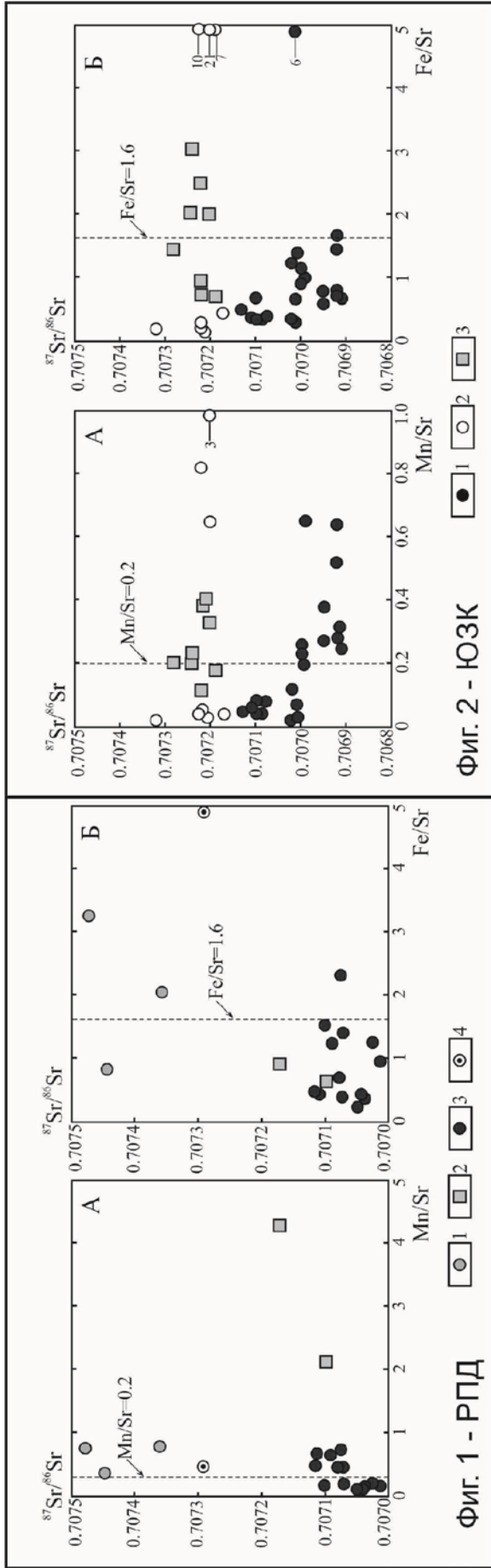


Рис. 6. Фиг. 1, 2. Зависимость отношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в изученных известняках от отношений Mn/Sr и Fe/Sr . Пунктирная линия отделяет область наименее измененных образцов. Условные обозначения: Фиг. 1. 1 – толща II, 2 – толща IV, 3 – толща V, 4 – толща VI. Фиг. 2. 1 – толща I-b, 2 – толща II-b, 3 – толща III-b. Фиг.3 Схема Sr-хемостратиграфической корреляции сводных разрезов верхнеюрских-нижнемеловых отложений ЮЗК и РПД. Линии корреляции указывают на верхний предел возраста обломков известняковых брекчий относительно сводного разреза плато Демерджи и Тирке. Условные обозначения: 1 – известняки, 2 – мергели, 3 – известняковые брекчий, 4 – песчаники и гравелиты, 5 – конгломераты, 6 – 7 образцы, удовлетворяющие геохимическим критериям, 7–образцы, не удовлетворяющие геохимическим критериям, 8 – надвиги.

Значения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в наименее измененных образцах известняков толщи V ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.70701\text{--}0.70710$) коррелируются с бореальными аммонитовыми зонами *Pectinatites scitulus*–*Pavlovia rotunda* (0.70702–0.70714; Jones et al., 1994), тетических зонами *Hybonotoceras hybonotum* – *M. Ponti* / *B. peroni* (0.70702–0.70712; Schneider et al., 2009), зоной *Powaiskya pseudoscythica* и нижней частью зоны *Dorsoplanites panderi* (0.70704–0.70716; Gröcke et al., 2003) волжского яруса Русской платформы. Совокупность перечисленных аммонитовых зон соответствует нижнему титону международной шкалы почти в полном объеме и не противоречит представлениям об их взаимной корреляции (Gradstein et al., 2012).

Полученный раннетитонский возраст входит в противоречие с определением позднетитонского возраста толщи V, которые были сделаны на основании изучения комплексов бентосных фораминифер (Андрухович, Туров, 2002; Федорова, 2005). Учитывая, что стратиграфический объем выделенной для этих отложений фораминиферовой зоны *Anchispirocyclina lusitana* – *Melathrokerion spirialis* и соответствующих видов-индексов воспринимается разными авторами по-разному и допускает нижний титон (Кузнецова, Горбачик, 1985; Федорова, 2005; Аркадьев и др., 2006; Krajewski, Olszewska, 2007), следует расширить стратиграфический интервал этой зоны до основания титона.

Верхний предел времени формирования известняков, переотложенных внутри брекчиевой толщи IV оценен на основании изотопной характеристики $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ “измененного” обр. 1010. Отношение $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в этом образце (0.70710) представляет осадки, возраст которых не моложе зоны *Pavlovia rotunda* (Jones et al., 1994) и верхней части зоны *Dorsoplanites panderi* в отложениях волжского яруса Русской платформы (Gröcke et al., 2003). Изотопное отношение в обр. D1012-6 (0.70719) характеризует зону *Jacobi* вблизи границы титона и берриаса (0.70720, McArthur, 2007) и определяет верхний предел формирования нижней части толщи брекчий IV. Согласно последнему изданию геохронологической шкалы (Gradstein et al., 2012), установленный возраст толщи V свидетельствуют о том, что

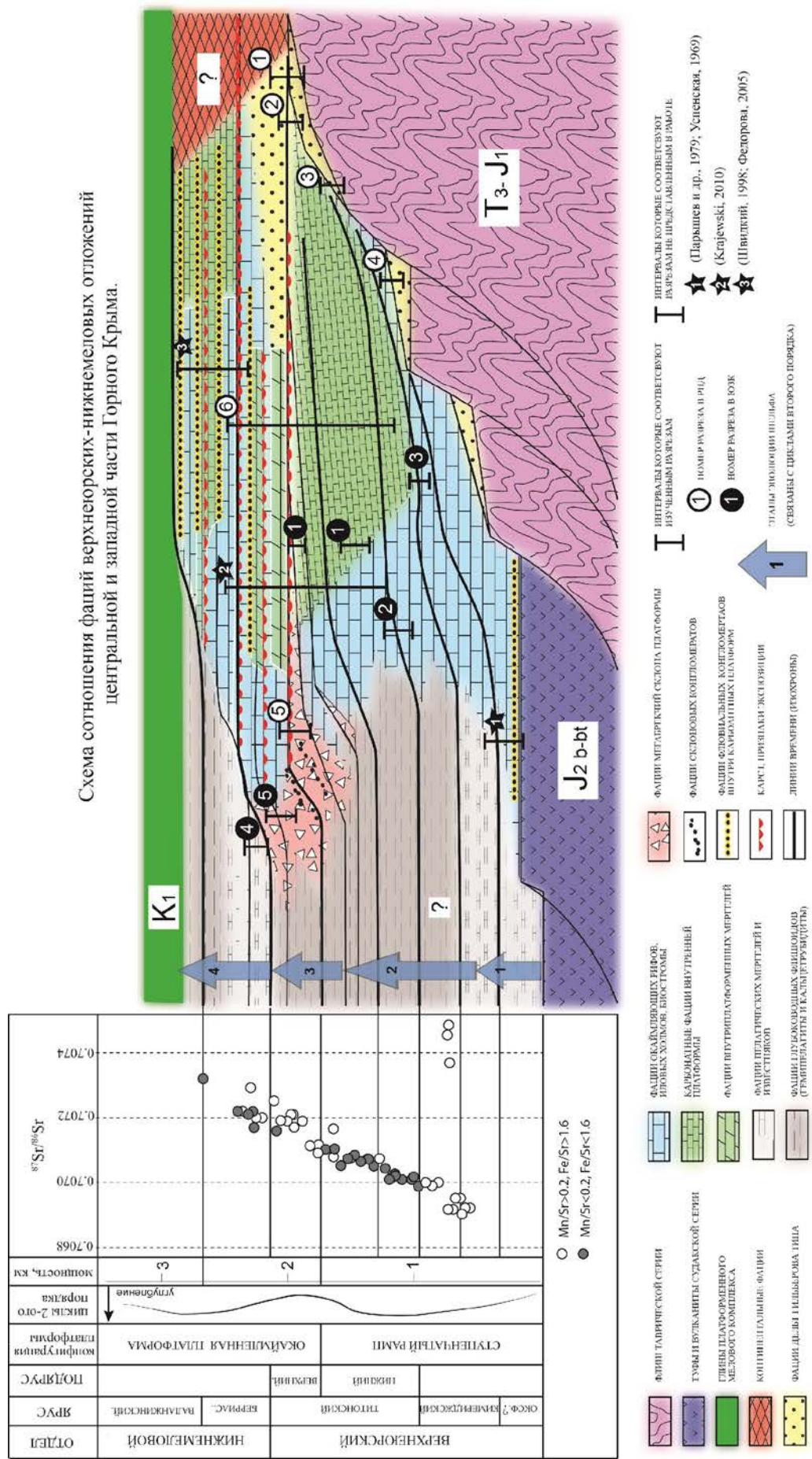


Рис. 7. Фациальная модель верхнеюрских-нижнемеловых отложений центральной и западной части Горного Крыма.

нижнетитонская толща известняков плато Демерджи мощностью 900 м накапливалась не более 4 млн. лет. Более точное определение временного интервала, который соответствует бореальным зонам *Pectinatitesscitulus–Pavloviarotunda*, недавно получено на основании изучения орбитальной цикличности в кимериджских глинах Дорсета в Англии и составляет 3.154 млн. лет (Huang et al., 2010). Таким образом, скорость седиментации известняков плато Демерджи может быть определена в пределах 0.23–0.28 м/1000 лет, что является аномально высокими значениями для древних карбонатных платформ (Tucker, Wright, 1990).

Третье защищаемое положение

Разработана модель формирования верхнеюрских-нижнемеловых отложений в осадочном бассейне Горного Крыма. Она отражает пространственно-временные соотношения прибрежных дельтовых фаций, фаций внутренней и внешней частей карбонатной платформы, глубоководного бассейна. Развитие грубообломочных проградационных структур на ранней (оксфорд - кимеридж) и поздней (верхний титон - берриас) стадиях эволюции бассейна сопоставлено с эпизодами падения уровня моря и региональными тектоническими движениями.

Представления о фациальном строении и истории формирования верхнеюрской-нижнемеловой толщи Горного Крыма в последнее время быстро меняются (Барабошкин, Пискунов, 2010; Krajewski, 2010; Пискунов, Рудько, Барабошкин, 2012а; б; Рудько, Пискунов, 2012). Это вполне закономерно, так как с момента создания схемы стратиграфического расчленения и фациальной зональности верхнеюрских-нижнемеловых отложений прошло более 50 лет (Успенская, 1969). С тех пор поменялись представления о тектонической структуре Горного Крыма (Казанцев, 1982; Казанцев и др., 1989; Милеев и др., 1992; 2009; Милеев, Барабошкин, 1999; Юдин, Герасимов; 2001; Юдин, 2004, 2009) и возрасте пород, слагающих Первую гряду (Кузнецова, Горбачик, 1985; Федорова, 2005; Аркадьев, Рогов, 2006; Аркадьев и др., 20012; Гужиков и др., 2012). Предложены новые реконструкции, основанные на детальном седиментологическом исследовании верхнеюрских-нижнемеловых карбонатных толщ в районе Ай-Петринской яйлы (Krajewski, 2010), плато Демерджи и Тирке (Пискунов, 2013), северного борта Байдарской котловины (Швидкий, 1998; Федорова, 2005). Возраст карбонатных отложений для этих районов определен на основании изучения фораминифер (Федорова, 2005; Krajewski, Olszewska, 2006, 2007). С учетом этих данных и результатов представленных в настоящей работе, может быть предложена новая фациальная модель верхнеюрских-нижнемеловых отложений центральной и западной части Горного Крыма. Модель отражает пространственное

взаимоотношение и изменение во времени фаций внутренних и краевых частей карбонатной платформы, дельтовых фаций и фаций глубоководного бассейна (рис. 7).

Корреляция изученных отложений

Основанием для восстановления этапности формирования и корреляции изученных отложений верхнеюрской-нижнемеловой толщи Горного Крыма служат датировки методом SIS и био-стратиграфическим методом, а также первичные взаимоотношения толщ, которые установлены, несмотря на развитие срывов. В некоторых случаях между толщами с неясным взаимоотношением наблюдается переходный тип разреза, который достаточно убедительно свидетельствует о присутствии фациального перехода между ними и близком времени формирования. Это позволяет привязать разрезы для которых стратиграфические данные не точны к разрезам с более развернутой стратиграфической характеристикой. Разрезы переходного типа описаны для толщ III и IV (разрезы 4, 5) в районе РПД, II-b, III-b и IV-b (разрезы 4, 5, 8, 9) в районе ЮЗК.

Важным критерием для установления времени формирования конгломератовых толщ является присутствие или отсутствие в них неокатанных обломков верхнеюрских известняков. Отложения дельты Гильбертова типа представленные внутри толщи I, не содержат обломков верхнеюрских известняков и, вероятно, образовались до начала формирования карбонатной платформы в кимеридже. Отложения дельт Гильбертова типа внутри толщ III и IV-b - напротив содержат многочисленные неокатанные обломки рифогенных известняков, которые в смежных толщах (II и I-b соответственно) датированы кимериджем и нижним титоном. Таким образом, формирование дельт происходило позже - в позднем титоне-берриасе.

Основные черты строения и развития осадочного бассейна

Установленные обстановки осадконакопления изученных толщ верхнеюрских-нижнемеловых отложений Горного Крыма позволяют выделить фациальные зоны прибрежных дельт Гильбертова типа, внутренней и краевой части карбонатной платформы, склона карбонатной платформы и глубоководного бассейна. Изменение тех или иных фаций в строении верхнеюрской-нижнемеловой толщи позволяет реконструировать геодинамические обстановки. Так, формирование дельт Гильбертова типа (толщи I, III, IV-b) было связано с разнознаковыми региональными тектоническими движениями, которые обусловили необходимый уклон дна в области депоцентра. Проградация дельт в пределах карбонатной платформы произошла во время масштабной регрессии. Становление карбонатной платформы (толщи II, V, I-b) напротив происходило главным образом на фоне трансгрессии и постепенного тектонического прогибания бассейна седиментации.

Также заметна изменчивость обстановки формирования флишоидных отложений (толща II-b), которые представляют гемипелагические осадки глубоководной и удаленной от берега части осадочного бассейна. Субсинхронно формированию мегабрекчий на склоне карбонатной платформы в составе фоновых отложений гемипелагитов произошло увеличении доли CaCO_3 , что может быть связано с эпизодом падения уровня моря.

Согласно представленным в работе реконструкциям обстановок осадконакопления, взаимной корреляции и возрастной характеристике отложений изученных толщ могут быть выделены следующие этапы в развитии позднеюрского-раннемелового осадочного бассейна:

1. Формирование дельт Гильбертова типа и отдельных рифовых тел на фоне раскрытия бассейна в оксфорде – кимеридже.

2. Формирование обширной карбонатной платформы в виде ступенчатого рампа, на фоне быстрого прогибания бассейна и общей трансгрессии в кимеридже – раннем титоне.

3. Регенерация дельт Гильбертова типа, изменение конфигурации платформы на фоне разнознаковых тектонических движений. Обмеление глубоководных частей бассейна и формирование мегабрекчий с разрушением части платформы на пике регрессии в верхнем титоне – берриасе.

4. Формирование терригенно-карбонатных отложений с выраженной цикличностью третьего порядка в пределах карбонатной платформы с выравненным мелководным профилем, на фоне трансгрессии в берриасе - валанжине.

Обозначенные этапы сопоставлены с двумя осадочными циклами второго порядка (более 10 млн. лет, Flügel, 2010). Каждый из циклов связан с эпизодом масштабного тектонического прогибания бассейна и начинается в эпоху низкого стояния, а заканчивается в эпоху высокого стояния уровня моря.

Заключение

Изучение верхнеюрских-нижнемеловых отложений района плато Демерджи, Байдарской, Варнаутской и Балаклавской котловин позволило сделать следующие выводы:

1. Изученные районы имеют сложное строение, связанное с развитием контрастных по литологии толщ и неопределенными взаимоотношениями между ними. Залегание верхнеюрских-нижнемеловых осадочных толщ редко наследует первичную седиментационную структуру шельфа и обусловлено наложенными тектоническими деформациями, в том числе надвигами.

2. Изучение седиментологической характеристики верхнеюрских-нижнемеловых карбонатных и карбонатно-терригенных грубообломочных комплексов, основанное на выделении литологических и микрофациальных типов,

позволило восстановить обстановки осадконакопления и выделить в том числе склоновые отложения, которые формировались внутри проградационных структур. Терригенные проградационные структуры формировались внутри дельт Гильбертова типа, а карбонатные – представлены рифами края карбонатной платформы и мегабрекчиями. Ранее мощность отложений, формирующих проградационные структуры, в некоторых случаях была существенно завышена в связи с тем, что не было учтено латеральное приращение мощности осадков.

3. Применение метода Sr-хемотратиграфического датирования позволило уточнить время формирования отложений ранее охарактеризованных фауной, а также получить датировки немых толщ. В результате Sr-хемотратиграфической корреляции установлен более древний (нижнетитонский) возраст известняков, слагающих плато Демерджи, а также получены возраста от кимериджа до валанжина включительно в отложениях южного борта Байдарской котловины.

4. На основании полученных датировок оценена скорость осадконакопления в пределах карбонатной платформы в нижнем титоне, которая составила 0.23-0.28 м / 1000 лет. Аномально высокая скорость осадконакопления не может быть связана с некорректной оценкой мощности осадков внутри проградационной структуры, так как эти отложения накапливались во внутренней части карбонатной платформы, где осуществлялось вертикальное приращение мощности осадков.

5. С учетом новых седиментологических данных и Sr-хемотратиграфических датировок, а также новых данных полученных другими авторами может быть предложена единая палеогеографическая модель формирования верхнеюрских отложений Горного Крыма. В истории эволюции осадочного бассейна выделено 4 этапа, которые соответствуют двум трансгрессивно-регрессивным циклам второго порядка.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

Статьи в журналах, рекомендованных ВАК

1. Гужиков А.Ю., Аркадьев В.В., Барабошкин Е.Ю., Багаева М.И., Пискунов В.К., **Рудько С.В.**, Перминов В.А., Маникин А.Г. Новые седиментологические, био- и магнитостратиграфические данные по пограничному юрскому-меловому интервалу Восточного Крыма // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2012. Т. 20, № 3. С. 35–71.

2. Пискунов В.К., **Рудько С.В.**, Барабошкин Е.Ю. Строение и условия формирования верхнеюрских отложений района плато Демерджи (Горный Крым) // Бюлл. МОИП. Отдел геол. 2012а. Т. 87, вып. 5. С. 7-23.

3. Пискунов В.К., **Рудько С.В.**, Барабошкин Е.Ю. Условия формирования средне-верхнетитонских известняков плато Демерджи (Горный Крым) // Вестн. МГУ. Сер.4. Геология. 2012б. №5. С.3-11.

4. **Рудько С.В.**, Кузнецов А. Б., Пискунов В. К., Стронциевая изотопная хемотратиграфия верхнеюрских карбонатных отложений плато демерджи (Горный Крым) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2014. В печати.

Наиболее значимые тезисы и материалы конференций

1. Пискунов В.К., Барабошкин Е.Ю., **Рудько С.В.**, Милеев В.С. Строение и условия формирования верхнеюрских отложений в районе плато Демерджи (ЮЗ Крым) // Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Четвертое Всероссийское совещание: научные материалы. 26-30 сентября 2011 г., Санкт-Петербург. СПб.: Лема. 2011. С. 171–173.

2. Piskunov V.K., **Rudko S.V.**, Baraboshkin E.J. 2011. Sedimentology and Structure of Upper Jurassic clastic and carbonate deposits of Demedzi Plateau (SW Crimea) // 3rd International Symposium on the Geology of the Black Sea Region. 1-10 October, 2011, Bucharest, Romania. Bucharest: GeoEcoMar. P. 133-135.

3. Baraboshkin E.J., **Rudko S.V.**, Piskunov V.K., Guszhikov A.J., Arkad'ev V.V., Vagaeva M.I., Perminov V.A., Manikin A.G. Sedimentology of Jurassic and Cretaceous boundary deposits in the Feodosiya region (Eastern Crimea) // 3rd International Symposium on the Geology of the Black Sea Region. 1-10 October, 2011, Bucharest, Romania. Bucharest: GeoEcoMar. 2011. P. 26-27.


4. Пискунов В.К., **Рудько С.В.**, Барабошкин Е.Ю. Микрофации и условия осадконакопления верхнеюрских карбонатных отложений плато Демерджи (Горный Крым) // Материалы Всероссийского литологического совещания, посвященного 100-летию со дня рождения Л.Б. Рухина. Том. 1. 25-29 сентября 2012 г. Санкт-Петербург: СПбГУ. 2012. С. 232-233.

5. **Рудько С.В.**, Пискунов В.К. Дельта гилбертова типа в верхнеюрских отложениях Крыма (Район г. Демерджи) // Материалы Всероссийского литологического совещания, посвящ. 100-летию со дня рождения Л.Б. Рухина. Том. 1. 25-29 сентября 2012 г. Санкт-Петербург: СПбГУ. 2012. С. 241-242.

6. **Рудько С.В.**, Кузнецов А.Б. Стронциевая хемотратиграфия и микрофации верхнеюрских известняков плато Демерджи (Горный Крым) // Науки о Земле. Современное состояние: материалы I Всероссийской молодежной научно-практической конференции. Новосибирск: РИЦНГУ 2013. С. 199-201

7. **Рудько С.В.** Микрофациальные типы верхнеюрских брекчиевых проградационных комплексов и источники сноса. Южный борт Байдарской долины, Крым // Осадочные бассейны, седиментационные и постседиментационные процессы в геологической истории. / Материалы VII Всероссийского литологического совещания. Новосибирск, 28-31 октября 2013 г. Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2013. – Т. III. С. 25-29.

Заказ № 18-Р/05/2014 Подписано в печать 13.05.14 Тираж 100 экз. Усл. п.л. 1,2

ООО "Цифровичок", г. Москва, Большой Чудов пер., д.5
тел. (495) 797-75-76
 www.cfr.ru ; e-mail: zakpark@cfr.ru