

УДК 551.763.1(470.62)

doi: 10.55959/MSU0579-9406-4-2025-64-2-134-144

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА НА РУБЕЖЕ ЮРЫ И МЕЛА

Святослав Юрьевич Яковичин¹, Сергей Иванович Бордунов²,
Елена Васильевна Яковичина³, Павел Анатольевич Фокин⁴

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; carapaxy@mail.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова; Геологический институт РАН, Москва, Россия; sib-msu@mail.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; yakovichina@mail.ru

⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; fokinpav@rambler.ru

Аннотация. Представлены результаты изучения условий формирования отложений Северо-Западного Кавказа на рубеже юры и мела. Полученные данные позволили выяснить палеообстановки седиментации и источники сноса обломочного материала. Установлено существование трех систем осадконакопления: карбонатной, карбонатно-терригенной и терригенной. Палеообстановки на границе юры и мела на Северо-Западном Кавказе представляли собой переход от мелководно-морских с рифовыми постройками на бровке шельфа к относительно глубоководным морским троговым.

Ключевые слова: Кавказ, юра, нижний мел, литология, палеообстановки

Для цитирования: Яковичин С.Ю., Бордунов С.И., Яковичина Е.В., Фокин П.А. Условия формирования отложений Северо-Западного Кавказа на рубеже юры и мела // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2025. № 2. С. 134–144.

CONDITIONS OF FORMATION OF THE DEPOSITS OF THE NORTHWESTERN CAUCASUS ON THE BOUNDARY OF THE JURASSIC AND CRETACEOUS

Svyatoslav Yu. Yakovichin¹, Sergey I. Bordunov², Elena V. Yakovichina³, Pavel A. Fokin⁴

¹ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; carapaxy@mail.ru

² Lomonosov Moscow State University; Geological Institute RAS, Moscow, Russia; sib-msu@mail.ru

³ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; yakovichina@mail.ru

⁴ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; fokinpav@rambler.ru

Abstract. The results of studying the conditions of formation of the deposits of the Northwestern Caucasus on the boundary of the Jurassic and Cretaceous are presented. The data obtained made it possible to clarify the paleoenvironments of sedimentation and the sources of erosion of clastic material. The existence of three sedimentation systems has been established: carbonate, carbonate-terrigenous and terrigenous. Paleoenvironments at the boundary of the Jurassic and Cretaceous in the Northwestern Caucasus were represented as a pass from shallow-water with reef buildups on the shelf edge to relatively deep-sea marine trough environments.

Keywords: Caucasus, Jurassic, Lower Cretaceous, lithology, paleoenvironments

For citation: Yakovichin S.Yu., Bordunov S.I., Yakovichina E.V., Fokin P.A. Conditions of formation of the deposits of the Northwestern Caucasus on the boundary of the Jurassic and Cretaceous. *Moscow University Geol. Bull.* 2025; 2: 134–144. (In Russ.).

Введение. Северо-Западный Кавказ является важным геологическим объектом и всегда вызывал повышенный интерес для изучения. Особенно интенсивно исследования здесь проводились с 1930-х по 1980-е годы прошлого века. Активная работа велась по обоснованию стратиграфии региона, геологическому картированию разных масштабов, поиску и разведке полезных ископаемых, прежде всего нефти и газа [Мордвилко, 1960; Бурлин, 1961; Егоян, 1964 и др.].

Отложения нижнего мела широко распространены на Северо-Западном Кавказе, где они представлены, в основном, в относительно глубоководных

глинистых фациях [Бурлин, 1961; Корсаков и др., 2013]. В районе исследований толщ нижнего мела несогласно перекрывают верхнеюрские отложения, состоящие из рифогенных известняков и карбонатно-терригенных зарифовых фаций, сложенных толщей чередования известковистых аргиллитов, алевролитов, песчаников, гравелитов, валунно-глибовых известняковых конгломератов.

Выявленные в прилегающих районах залежи нефти и газа в нижнемеловых отложениях (Хадыженская кордильера [Бабаринова, Микерина, 1989] на востоке и Псифское месторождение [Пинчук, Попков, 2013] на западе), а также притоки и при-

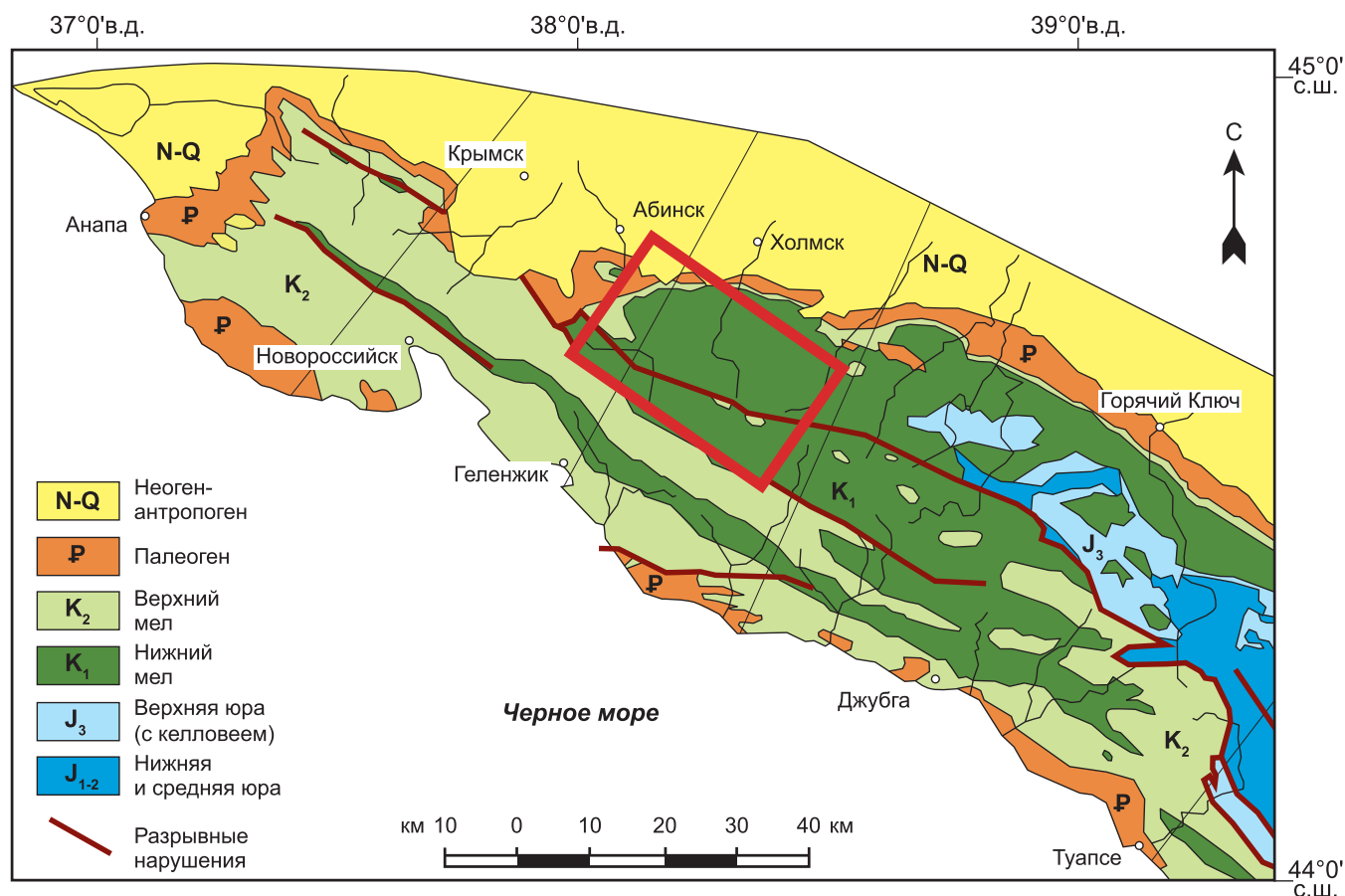


Рис. 1. Фрагмент геологической карты Северо-Западного Кавказа, по [Маринин, Расцветаев, 2008], с изменениями. Красный прямоугольник — расположение района исследований

знаки углеводородов (УВ) на других площадях [Суслова, 2006; Микерина, 2019] свидетельствуют о существовании перспектив обнаружения залежей нефти и газа и на изучаемой территории. Для этого необходима постановка геологоразведочных работ по изучению структурных особенностей, коллекторских свойств и нефтегазогенерационного потенциала верхнеюрских-нижнемеловых карбонатно-терригенных комплексов Северо-Западного Кавказа.

В этом стратиграфическом интервале наряду с глинистыми породами большой мощности встречаются и мощные пласты песчаников с хорошими показателями фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) [Яковишин и др., 2024а; 2024б]. Коллекторами для УВ также могут служить верхнеюрские известняки [Афанасенков и др., 2007]. Таким образом, в разрезе нижнего мела есть нефтематеринские и коллекторские толщи, а также покрывки. Это подтверждает перспективы данного стратиграфического интервала для поисков углеводородного сырья.

Территория района исследований находится в междуречье рек Абин и Убин в северно-западной части Кавказа на границе с Западно-Кубанским краевым прогибом, где отложения нижнего мела протягиваются широкой полосой в 15–30 км в субширотном направлении (рис. 1).

В тектоническом плане большую часть территории занимает Абино-Гунайская складчатая зона, сложенная терригенными отложениями раннеме-

лового возраста [Корсаков и др., 2013]. Зона характеризуется развитием продольной складчатости общекавказского простирания, осложненной нарушениями линейного характера. В северной части Абино-Гунайской зоны выделяются Совербашско-Гунайский синклиорий на юге и Псебско-Гойхтский антиклиорий на севере, разделенные Тхамахинским глубинным разломом [Маринин, Расцветаев, 2008].

Цель работы заключалась в реконструкции обстановок осадконакопления отложений Северо-Западного Кавказа на рубеже юры и мела. Для этого на комплексной основе проведены литолого-фациальный, петрографическо-минералогический и рентгенофазовый анализы. Уточнение условий формирования отложений для титона и берриаса позволило установить закономерности смены данных толщ в разрезе и предложить направления дальнейших геолого-поисковых работ.

Материалы и методы исследования. Аналитические исследования проводились на геологическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова. Петрографический состав пород изучался в прозрачных шлифах, изготовленных из 32 образцов, которые были отобраны из основных литологических разновидностей пород, 9 из которых приходится на пихтарскую свиту, 17 на запорожский горизонт и 6 на мачмаловскую свит.

Для их исследования использовался оптический микроскоп Полам-213М. В результате изучения пе-

Система	Отдел	Ярус	Свита	Горизонт	Литология	Мощность, м	Характеристика подразделений	
Ю р с к а я В е р х н и й Т и т о н			Пихтарская			110–600	Переслаивание аргиллитов, алевролитов, песчаников, пачки (до 20 м) конгломератов, гравелитов, обломочных известняков, малые рифовые массивы.	
						130	Конгломераты, конгломератобрекчии с валунами и глыбами известняков, переслаивание песчаников и глин.	
						220–350	Глины серовато-зеленые, коричневые, слабо алевроитистые и аргиллитоподобные, слюдистые, с прослоями алевроитистого и обломочного известняка. В нижней части переслаивание песчаников и глин, реже конгломератов, конгломерато-брекчий.	
						250	Переслаивание глин, алевролитов и известняков. Глины известковистые и мергели серые и зеленые, плотные, алевроитистые, с прослоями алевролитов, обломочных известняков.	
М е л о в а я Н и ж н и й Б е р р и а с			Чаталовская	Запорожский				

Рис. 2. Литолого-стратиграфическая колонка пограничных отложений юры и мела

трографических шлифов были определены основные литологические типы пород и осуществлена их генетическая типизация [Фролов, 1984], что позволило составить представление об условиях формирования изучаемой толщи. Классификация известняков приведена по [Dunham, 1962].

Минералогический состав глин изучен в 5 образцах методом рентгенофазового анализа на рентгеновском дифрактометре ДРОН-3М. Исследования проводились на кафедре нефтегазовой седиментологии и морской геологии геологического факультета МГУ. Идентификация минералов осуществлялась на основании определения межплоскостных расстояний, которые на дифрактограммах показаны базальными рефлексам. В результате удалось установить наличие глинистых минералов разных групп. Полученные результаты были использованы при восстановлении обстановок седиментации [Лидер, 1986].

Результаты и обсуждение. Литологическая характеристика. Пограничные отложения юры и мела представлены пихтарской свитой (J_3-K_1pht)

и запорожским горизонтом (K_1zp) мачмаловской свиты (K_1mc) (рис. 2). Все точки отбора образцов находятся на вершине и склонах г. Медвежья в северо-восточной части района исследований, где они выходят в ядре Медвежьегорской антиклинали, опрокинутой на север с углами падения около 70–80°. Обнажения на вершине горы Медвежья являются уникальными, в пределах исследуемой территории, точками выхода на поверхность юрских пород. Данные обнажения, имеющие антропогенную природу, расположены в стенках Медвежьегорского карьера, разрабатывающего верхнеюрские рифогенные известняки. Они дают полное представление о характере отложений, накапливавшихся здесь в конце юры и начале раннего мела.

Пихтарская свита (J_3-K_1pht) представляет нижнюю часть изученного разреза. Нижний контакт свиты тектонический, она залегает на разновозрастных образованиях, а сверху она стратиграфически несогласно перекрывается запорожским горизонтом. В нижней части свиты отмечается рифовый массив мощностью до 100 м, оконтуренный на поверхности



Рис. 3. Породы пихтарской свиты: а — валунные конгломераты, б — серые рифогенные известняки с ископаемыми кораллами. Фото Е.В. Яковишиной



Рис. 4. обнажение отложений запорожского горизонта в западной стенке Медвежьего карьера. Фото Е.В. Яковишиной



Рис. 5. обнажение пород мачмаловской свиты в южной стенке Медвежьего карьера. Фото Е.В. Яковишиной

и по скважинам, сложенный органогенно-обломочными известняками, местами оолитовыми [Корсаков и др., 2013]. Верхняя часть свиты представлена переслаиванием глин, алевролитов, песчаников с редкими прослоями конгломератов, мелкообломочных известняков. При этом вверх по разрезу увеличивается мощность и количество пластов глин при одновременном уменьшении количества и мощности прослоев песчаников, конгломератов, известняков. Мощность свиты до 600 м, а возраст определяется как титон — начало раннего берриаса.

Как уже писалось ранее наиболее полный разрез пограничных отложений юры и нижнего мела находится на горе Медвежьей, где он вскрыт в разрабатываемом карьере известняков. Западная стенка карьера сложена буро-серыми конгломератами (рис. 3). Они сложены обломками от мелкогалечной размерности (1–2 см) до крупных валунов диаметром 15–50 см. Галька в конгломератах средней и хорошей окатанности. Цемент средней плотности, карбонатно-глинистый. Обломки сложены серыми

микритовыми известняками юрского с фауной кораллов (рис. 3).

Запорожский горизонт (K_{1zp}) представлен чередованием конгломератов, глин, алевролитов и песчаников (рис. 4). Залегает стратиграфически несогласно на отложениях пихтарской свиты. Горизонт является базальной грубообломочной частью мачмаловской свитой ($K_1m\check{c}$). Мощность слоев конгломератов достигает до 30 м, глин 5–60 см, песчаников 10–260 см. Конгломераты сложены обломками рифовых известняков, кварца, кварцитов, вулканических пород и кремней. Мощность горизонта — 130 м. Возраст — ранний берриас.

Мачмаловская свита ($K_1m\check{c}$): залегает согласно как с вышележащими, так и с нижележащими толщами (рис. 5). Литологический состав представлен переслаиванием известковых глин и песчаников, а также редкими прослоями сидерита. Мощность свиты — 220–350 м. Возраст — ранний берриас.

Чаталовская свита (K_1ch) в основании представлена мергелями, перекрывающимися пере-

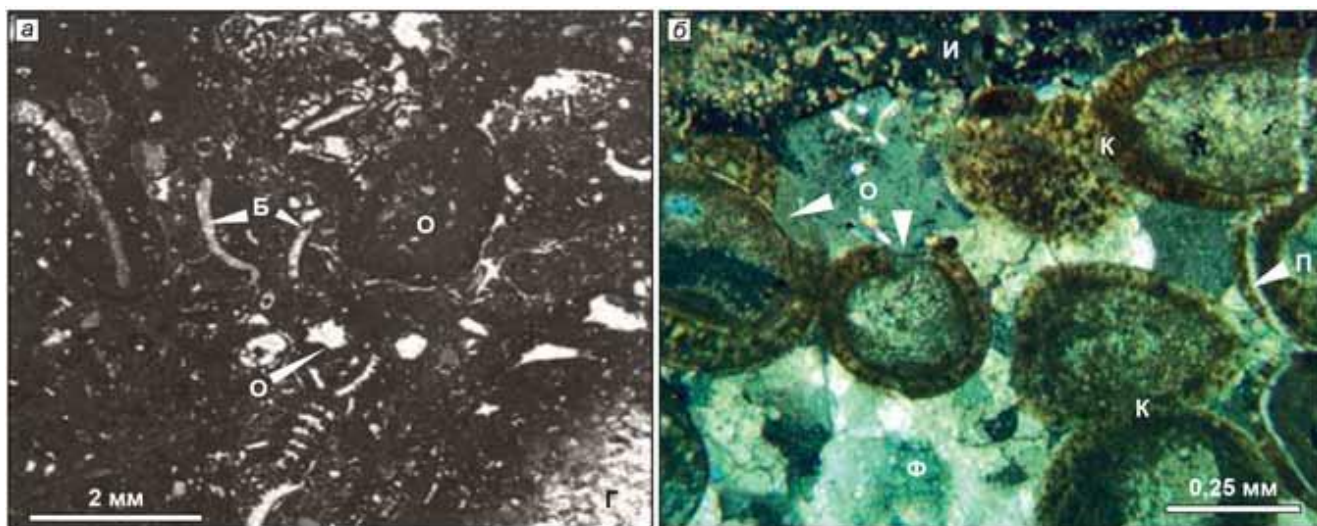


Рис. 6. Фото шлифов пиктарской свиты (J_3 - K_1pht): *a* — шлиф обр. 1112/5 без анализатора, ооидный флоатстоун. Средние и крупные онколиты (О) в ядрах содержат водорослевые образования, обломки раковин, известковых губок (Г). Биокласты (Б) окатаны, часто имеют поверхностную микритизацию. Карбонатные зерна погружены в матрикс со структурой пелоидный вакстоун; *б* — шлиф обр. 588/1 с анализатором, ооидовый грейнстоун. Оболочки оолитов сложены буроватым, железистым кальцитом, часто имеют конформные границы (К). Биокласты представлены иглой ежа (И) и перекристаллизованной фораминиферой (Ф). Зерно кварца при регенерации дорастивается в соседние оолиты (стрелки). Тонкий кальцитовый прожилок (П)

слаиванием глин и песчаников, а также иногда встречающимися прослоями гравелитов. Мощность свиты — 250 м, возраст — поздний берриас.

Петрографический состав. Петрографическое изучение шлифов показало, что верхнеюрские отложения представлены известняками, преимущественно пелоидными, биокластово-пелоидными вак- и пакстоунами, редко — биокластово-оолитовыми грейнстоунами.

Для пород характерно присутствие большого количества цианобионтных образований, инкрустирующих форм цианобионтов, фораминифер и остатков неясного происхождения, что обычно для мелководных в пределах верхней части фотической зоны обстановок, с чем хорошо согласуется и присутствие биокластов организмов эуфотической зоны: колониальных кораллов, известковых губок, зеленых водорослей, а также разнообразного комплекса других бентосных организмов. Широкое распространение цианобионтов, значительное количество пелоидного материала, онколитов (ооидов), а также обильного микрита и фенестровых структур в цементе (рис. 6, *a*) говорит о тиховодности обстановок. В то же время, в ряде шлифов с ними находятся окатанные, крупные микритизированные биокласты (рис. 6, *б*), что характерно для обстановок с высокой гидродинамической активностью волнового типа. Ассоциация же в отложениях остатков колониальных кораллов, губок и цианобионтов свидетельствует о связи обстановок формирования данных отложений с рифогенными образованиями, широко распространенными на Северном Кавказе в позднеюрское время. Таким образом можно сказать, что во время накопления верхнеюрских отложений исследуемого района в условиях мелководья соседствовали обста-

новки, а в ряде случаев чередовались обстановки спокойной и активной волновой гидродинамики, характерные для внешних частей зарифовых лагун. Для района горы Медвежьей, судя по наличию рифовых брекчий и оолитовых известняков, возможно накопление отложений и в условиях внешнего, верхнего склона рифового массива.

Базальная толща нижнего мела — запорожский горизонт, носит следы активизации тектонического режима, о чем говорит грубый по размерности и разнообразный состав ее обломочных пород. В шлифах представлены песчано-гравийные отложения полимиктового и кварц-полимиктового состава. Среди них многочисленны обломки известняков верхней юры (обр. 137/12), разнообразные осадочные и вулканические породы, как, отчасти юрского, так и более древнего возраста: разнообразные кремнистые породы, глинистые сланцы, кварцитопесчаники, вулканыты от базальтов и андезитов (обычно преобладают) до андезидацитов, дацитов (рис. 7, *a*, *б*) и редко — риолитов; интрузивные породы, чаще — гранитоидного состава и метаморфиты: кварциты и сланцы, редко — гнейсовидные породы.

Содержание полевых шпатов невелико — до 15 % и обычно увеличивается в более грубых разностях пород. Окатанность обломков неравномерная, преимущественно низкая и в целом ухудшается с уменьшением размерности зерен. Это может свидетельствовать о небольшой дальности переноса и его транспортировке потоками высокой активности (горные реки); накопление же отложений происходило в морских и прибрежно-морских условиях, подобных дельтам гильбертова типа [Galloway, 1975].

Вышележащие нижнемеловые отложения (свиты чепси, шишанская афипская, убинская) весьма близ-

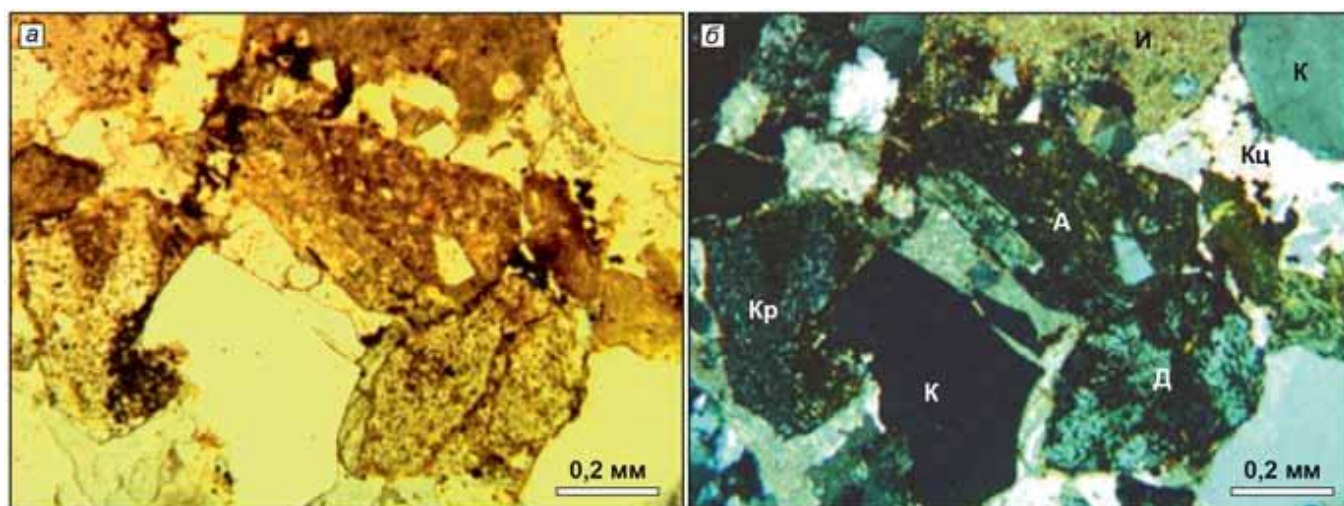


Рис. 7. Фото шлифа обр. 1112/4 без анализатора (а) и с анализатором (б), запорожская свита (K_1zp). Зерна кварца (К) разной окатанности, иногда слабо корродированы. Контакты обломков пород (известняков (И), андезитов (А), дацитов (Д), кремней (К)) часто конформные. Цемент поровый, кальцитовый, кристаллический (Кц)

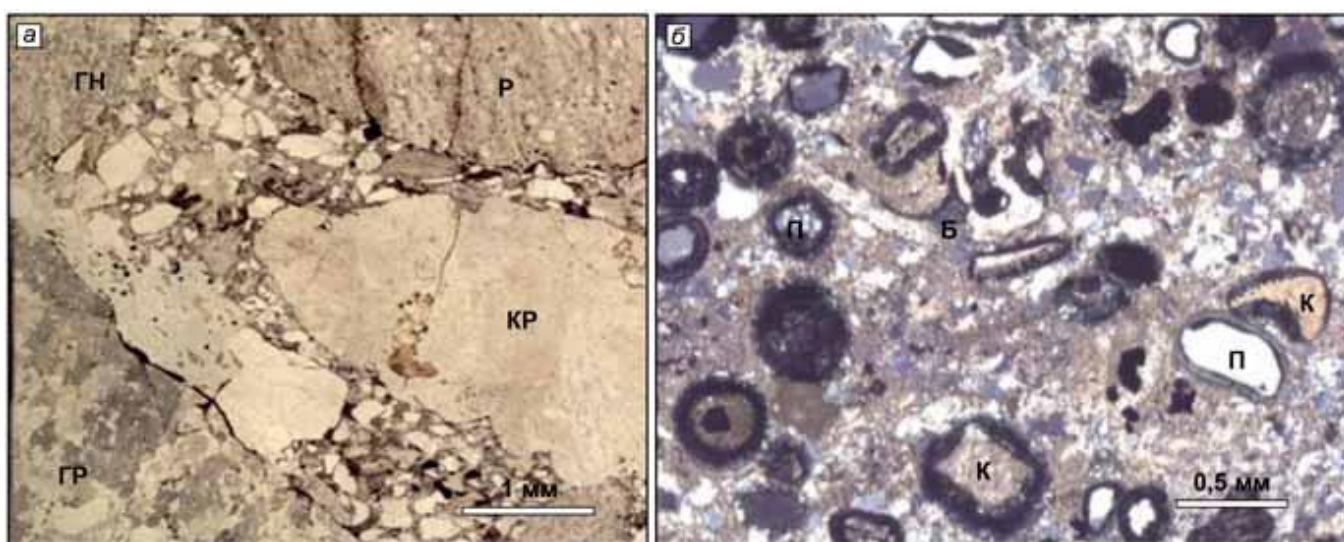


Рис. 8. Фото шлифов: а — обр. 580/4 без анализатора, афипская свита (K_1af), гравелит, в плохо сортированном песчаном матриксе — гравийные обломки кремнистых пород — радиоляритов (Р, КР), гнейсов (ГН) и гранитов (ГР) с сильно карбонатизированными плагиоклазами (КР), б — обр. 88/3 с анализатором, шишанская свита (K_1ss), песчаник мелко-тонкозернистый, известковистый, с примесью оолитов, с примесью биокластов (Б) известняк. В оолитах с карбонатными (К) и песчаными (П) ядрами, оболочки замещены пирит-тонкокварцевым агрегатом

ки по литологическому составу. В низах свит — пачки песчаников, от средне- до мелко- и тонкозернистых, реже — грубо-крупнозернистых и гравелитов. Для этих песчаников характерен мезо- и олигомиктовый состав с набором литокластов, схожим с приведенным выше для песчаников запорожской свиты (рис. 8, а). В песчаниках иногда встречаются оолиты и биокласты (в мачмаловской и шишанской свитах) (рис. 8, б), однако оолиты обычно изменены и видимо, захоранивались в более глубоководных условиях, чем зона их образования. В афипской свите в гравелитистых песчаниках полевошпатовая составляющая возрастает до 20 %, возможно, из-за вскрытия эрозией в области сноса крупного интрузива гранитов.

Преобладающие в составе нижнемеловых толщ глинистые, алевроито-глинистые и известково-гли-

нистые породы в основном имеют темную окраску, тонкую слоистость, сравнительно невысокую степень биотурбации мелкими ходами, характерными для ихнофагии *Nereites*, что говорит об относительной глубоководности обстановок их образования. Иногда отмечается тонкая ритмичная слойчатость, связанная, по-видимому, с периодичностью выноса песчано-алевритового материала течениями, вероятно штормового генезиса (рис. 9, а). Фаунистические остатки в этих отложениях очень редки; в шлифах встречаются радиолярии, планктонные фораминиферы (рис. 9, б), единичные гастроподы (птероподы?) и остракоды. В осадке и, возможно, в придонных водах часто возникали восстановительные обстановки (без сероводородного их заражения), с которыми связано образование сидеритов. Глубины формирования нижнемеловых отложений можно оценить

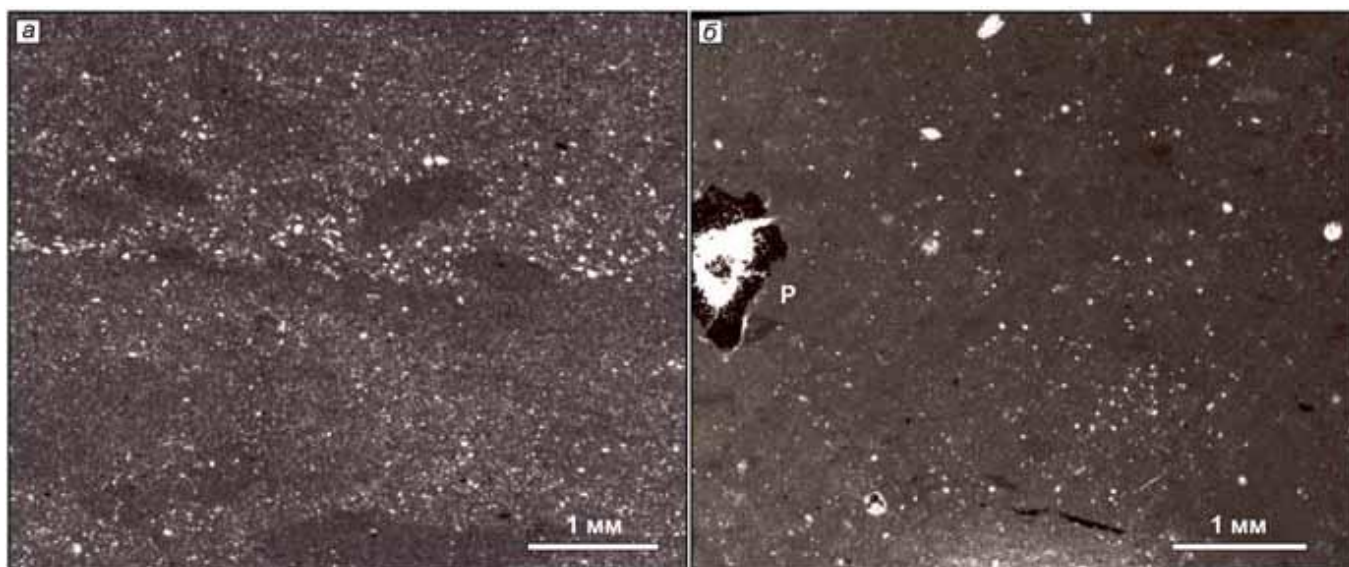


Рис. 9. Фото шлифов свиты чепси (K_1cp) без анализатора: а — шлиф обр. 1100/3, высокоглинистый известняк/мергель, ритмичность в породе проявляется в градационном строении алевритистых прослоек, порода частично биотурбирована; б — шлиф обр. 100/1, сидерит, содержащий мелкие шаровидные, замещенные карбонатом радиоларии (Р), основная масса биотурбирована, имеет пятнистую окраску, частично пиритизирован

как ниже базиса штормовых волн и более глубоких обстановок.

Обстановки осадконакопления. Результаты литолого-фациальных исследований позволили установить обстановки осадконакопления на рубеже юры и мела для пихтарской свиты, запорожского горизонта и мацмаловской свиты. Оценивая комплекс результатов изучения отложений запорожского горизонта можно предполагать, что обстановки их осадконакопления наиболее соответствуют модели мелководной дельты в условиях развивающейся трансгрессии моря с начальным доминированием в процессах седиментации речного стока (рис. 10) [Galloway, 1975; Бхаттачария, Уолкер, 2017]. Слои конгломератов и гравелитов в основании запорожского горизонта фиксируют начальную стадию трансгрессивного цикла в берриасе. Образование отложений фронта дельты происходило как при участии течений, существовавших в бассейне, так и при гидродинамической активности потоков продельты [Аллен и др., 1990; Лидер, 1986].

На основании результатов исследования литологического состава пород, их последовательной смены в разрезе, а также особенностей состава их глинистых минералов предложена седиментологическая модель обстановок осадконакопления в изученном районе на границе юры и мела. Модель предполагает три основных этапа формирования отложений, приуроченных к трем различным обстановкам, которые сложились на данной территории: 1) титон — ранний берриас (пихтарская свита и запорожский горизонт); 2) берриас (мацмаловская и чаталовская свиты); 3) валанжин — апт (шишанская, чепси, афипская, убинская свиты). Соответственно установлено существование трех систем осадконакопления: карбонатной, карбонатно-терригенной и терригенной.

Осадконакопление в позднеюрско-раннемеловом бассейне имело циклический характер, что обуславливалось сменой тектонических режимов и палеоклиматическими условиями. Сочетание этих факторов привело к формированию как флишевых прогибов, так и развитию рифовых систем в пределах ограничивающих их поднятий. На севере вдоль Ахтырской шовной зоны сформировались рифы барьерного типа. Барьерный риф ограничивал позднеюрско-раннемеловой бассейн Северо-Западного Кавказа и существенно влиял на условия осадконакопления. В этом бассейне формировались флишеидные толщи большой мощности, которые существенно отличаются от одновозрастных зарифовых платформенных образований, имеющих значительно меньшую мощность и иное строение разреза. Рифы разрушались достаточно длительное время, а их обломки сносились в бассейн, образуя грубообломочные шлейфы вниз по зарифовому склону. Тектонические процессы, происходившие вдоль границы Скифской плиты на рубеже юры — мела вызвали ее погружение, что в свою очередь, привело к углублению трога Большого Кавказа, значительной трансгрессии и общему погружению бассейна [Милановский, Хаин, 1963].

Широкое распространение горизонтов, сложенных грубообломочным карбонатным и терригенным материалом в подошве берриаса (запорожский горизонт), валанжина (свита дерби), верхнего готерива (солонкинский горизонт) и баррема (фанарский горизонт) указывает на существование мощных источников сноса. Совокупность всех признаков (литологическая и палеонтологическая характеристика, характер напластования, сортировка, окатанность и др.) свидетельствуют о том, что образование грубообломочных горизонтов связано с мощными гравитационным перемещением масс обломочного



Рис. 10. Строение распределительной системы дельты по [Муромцеву, 1984] с изменениями и дополнениями [Жемчугова, 2014]

материала, вызываемого обвалами и оползнями на краю юрской карбонатной платформы [Корсаков и др., 2013]. Неокатанность обломков пород могла сохраниться только ниже базиса волнового воздействия при быстром захоронении материала [Breda et al., 2007]. Фациальная изменчивость слоев, непостоянство разрезов конгломератов и карбонатных брекчий могут быть связаны с периодическим обрушением края карбонатной платформы и с локальными донными потоками обломочных карбонатов [Tucker, Wright, 2002]. Преобладание в конгломератах известковых галек и присутствие крупных глыб органогенно-обломочного известняка свидетельствует о развитии рифовой зоны в широтном направлении на запад. Вероятно, что в междуречье рек Абин и Убин и далее на запад рифовые постройки не образовывали единый массив, а слагали цепочку островов. Крупные обломки верхнеюрских известняков присутствуют в базальных горизонтах нижнемеловых свит. Но встречаются они не только вблизи предполагаемого барьерного рифа, но и на значительном удалении от него. Следовательно, можно предположить, что помимо края платформы отдельные рифовые постройки располагались в пределах и внутришельфовой впадины, являясь в периоды усиления тектонической активности локальными поставщиками обломочного материала. Наряду с известняками разрушались и терригенные средне-верхнеюрские породы, и собственно нижнемеловые отложения, которые поставляли обломки глинистых пород, сидеритов, алевролитов и песчаников, образовавших внутриформационные грубообломочные толщи из конгломератов, гравелитов и песчаников. На близость суши, и ее роль как основного поставщика терригенного материала,

указывает насыщенность грубообломочных базальных горизонтов обуглившимися растительными остатками, свидетельствующими о развитии на суше растительного покрова [Фролов, 1993].

В пределах изучаемого участка не выявлено единого источника поступления обломочного материала, вероятнее всего их было: первый — северный, северо-восточный (Скифская плита), второй — гряда рифовых островов и третий — юго-восточный (района Большого Кавказа). Со Скифской плиты происходил снос значительного количества глинистого материала, что обусловлено двумя основными факторами — погружением плиты и изменением климата с аридного на гумидный. Обломки известняков сносились с гряды рифовых островов на севере и с юга с отдельных рифовых построек в виде островов. Данный источник перестал существовать в готериве, когда рифогенные постройки были полностью перекрыты вышележащими глинистыми осадками. О выносе материала с Кавказа можно судить по значительной (до ~20 %) примеси кварца, кварцитов, метаморфитов и вулканитов кислого и среднего-кислого состава. Обилие глинистого осадка также свидетельствует и о высокой скорости сноса [Фролов, 1993].

В пределах изучаемого района возможно существование трех систем осадконакопления: карбонатной, терригенной и карбонатно-терригенной. На первом этапе, в условиях трансгрессии, на бровке крутого склона (контролируемого крупным разрывным нарушением?) происходило формирование рифовых массивов, возможно, окаймленных отмелью. В периоды тектонической активности и вызванного этим резкого падения относительного уровня моря, карбонатные массивы выводились на поверхность

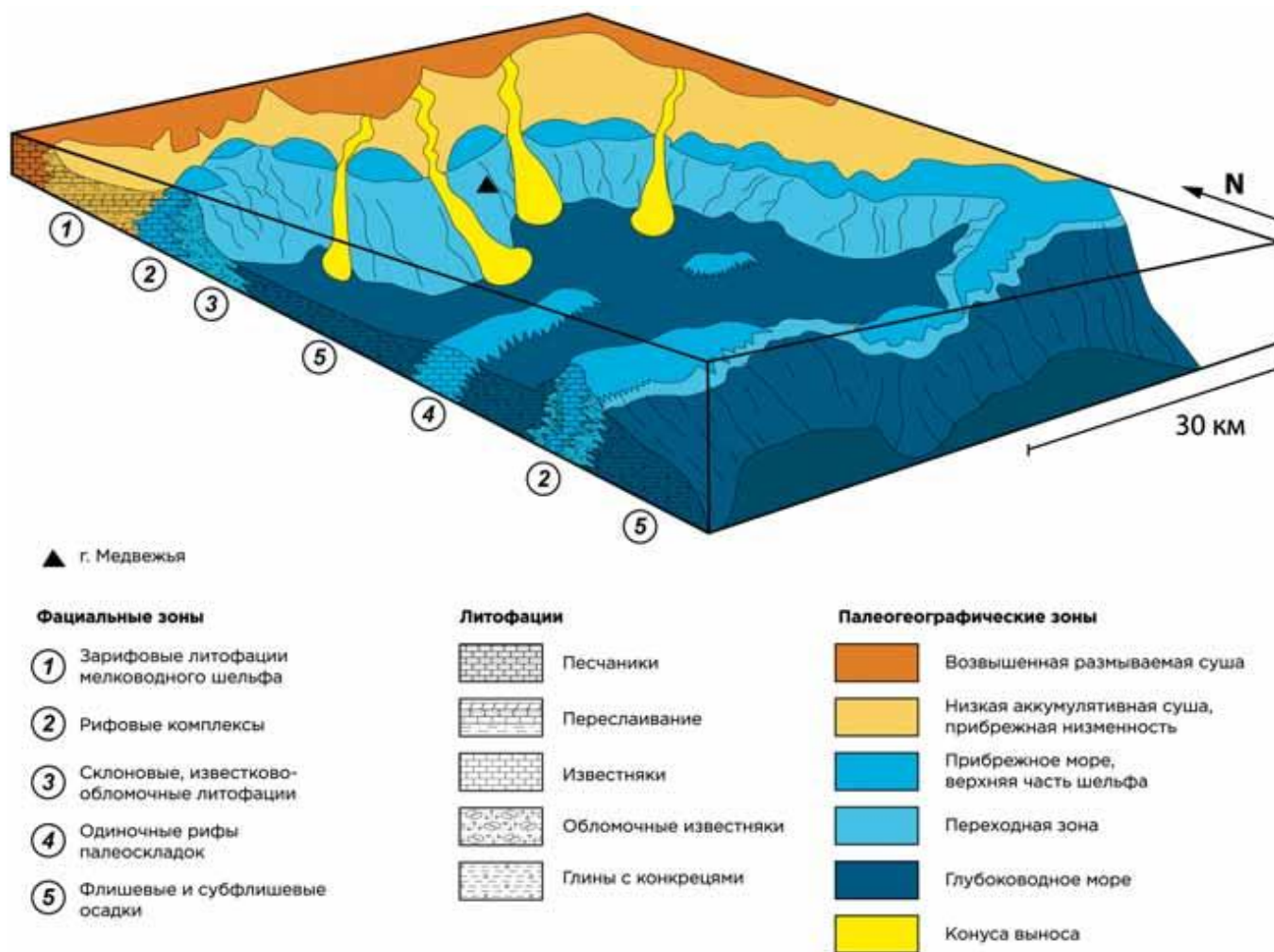


Рис. 11. Седиментационная модель палеобстановок в районе исследований на рубеже юры и мела

и подвергались сильной эрозии, что приводило к формированию шлейфа грубообломочных карбонатных пород. В этот период усиливается поступление терригенного материала с суши, формируя, тем самым, сложную, карбонатно-терригенную седиментационную систему гравитационных потоков.

Возможное существование в позднеюрско-раннемеловое время таких обстановок подтверждается существованием подобных систем, ранее описанных в литературе [Лидер, 1986; Wilson, 1975; Flügel, 2010]. Наиболее географически близким и изученным аналогом такого рода систем является район Горного Крыма, где установлено, что формирование толщ конгломератов верхнеюрских отложений горы Пахкал-Кая происходило в условиях образования дельты гильбертова типа на крутом краю карбонатной платформы, а образование карбонатного массива и его разрушение с формированием грубообломочных склоновых фаций и дополняющих их дельтовых происходило на последующих стадиях [Барабашкин и др., 2010].

Таким образом, в поздней юре осадконакопление происходило в относительно мелководном морском тепловодном бассейне, обладающим условиями, подходящими для роста карбонатных рифовых по-

строек, которые к концу юры покрывали значительную часть территории Северо-Западного Кавказа (рис. 11). С юга эти постройки были ограничены северным бортом трога Большого Кавказа [Егоян, 1964].

В начале раннего мела, с общим подъемом территории, происходило быстрое разрушение карбонатных построек, а также формирование речной сети с дельтами гильбертова типа. Породы разрушенных карбонатных построек заполняли на юге трог Большого Кавказа, образуя толщ известняковых брекчий и конгломератов (запорожский горизонт), сменяющихся фациально изменчивыми карбонатно-терригенными толщами берриаса (мачмаловская и чаталовская свиты), которые к валанжину перекрываются относительно глубоководными флишеидными, в основном глинистыми отложениями.

Выводы. В результате проведенных реконструкций условий осадконакопления были установлены палеобстановки седиментации, существовавшие на рубеже юры и мела в палеобассейне Северо-Западного Кавказа. Активизация тектонических процессов в это время привела к разнонаправленным движениям Земной коры, что обусловило возникновение и существование следующих палеобстановок.

1. В поздней юре осадконакопление проходило в мелководно-морском тепловодном бассейне, имевшем благоприятные условия для роста карбонатных рифовых построек, которые к концу юры покрывали значительную часть территории Северо-Западного Кавказа. Эти постройки располагались на границе эпиконтинентального бассейна Скифской плиты и северного борта глубоководного трога Большого Кавказа.

2. В начале раннего мела с общим подъемом территории и значительной регрессией происходило быстрое разрушение карбонатных построек, а также формирование речной сети с дельтами гильбертова типа. Породы разрушенных карбонатных построек заполняли впадину трога Большого Кавказа, образуя толщи известняковых брекчий и конгломератов, которые к середине берриаса перекрываются глубоководными карбонатно-терригенными толщами с преобладанием глинистых пород. Обилие терригенного осадка также свидетельствует и о высокой скорости сноса.

3. Активизация тектонических процессов на границе юры — мела привела к значительной трансгрессии и общему погружению бассейна. На фоне дальнейшего погружения трога Большого Кавказа, происходило углубление и соседних территорий, где до этого времени в поздней юре шло формирование рифогенных построек.

4. Вероятно существовало три источника сноса обломочного материала: северный, северо-восточный на Скифской плите со стороны Ставропольского поднятия, второй — рифовые острова вдоль южного края Скифской плиты и с востока со стороны карбонатной платформы, третий (в меньшей степени) — с юго-востока (острова района нынешнего Большого Кавказа).

4. Берриас — альбские отложения, в основном, представлены темноцветными глинами с конкрециями и линзовидными прослоями сидеритов. Все эти толщи имеют очень схожий литологический состав и накапливались в условиях относительно глубоководного бассейна, о чем свидетельствует темная окраска, тонкая слоистость, а также сравнительно невысокая степень биотурбированности отложений. Характерны ихнофаии *Scolithos* и *Nereites*, что также говорит о сравнительной глубоководности их образования.

Благодарности. Авторы признательны рецензентам за внимательное прочтение нашей статьи, что позволило улучшить ее текст, а также сотрудникам лабораторий геологического факультета МГУ за помощь в обработке и интерпретации полученного материала.

Финансирование. Работа выполнена по теме государственного задания геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, а также госзадания ГИН РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аллен Ф.А., Болдуин К.Т., Дженкинс Х.К. и др. Обстановки осадконакопления и фации. Т. 1. М.: Мир, 1990. 384 с.

Афанасенков А.П., Никишин А.М., Обухов А.Н. Геологическое строение и углеводородный потенциал Восточно-Черноморского региона. М.: Научный мир, 2007. 172 с.

Барбошкин Е.Ю., Пискунов В.К. Строение и условия формирования верхнеюрских отложений района г. Пахкал-Кая (Крым) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2010. № 1. С. 17–25.

Бабаринова Г.Б., Микерина Т.Б. Перспективы нефтегазоносности карбонатных комплексов в Хадыженской кордильере // Геология нефти и газа. 1989. №10. С. 40–45.

Бхаттачария Д.П., Уолкер Р.Д. Дельты // Фациальные модели / Под ред. Р.Д. Уолкера. М.; Ижевск: Ин-т комп. иссл-ний. 2017. С. 346–393.

Бурлин Ю.К. Литолого-фациальные особенности нижнемеловых отложений Северо-Западного Кавказа и Западного Предкавказья. Тр. КЮГЭ. Т. 20. М.: АН СССР, 1961. 394 с.

Жемчугова В.А. Практическое применение резервуарной седиментологии при моделировании углеводородных систем: Учебное пособие для вузов. М.: Рос. гос. у-т нефти и газа имени И.М. Губкина, 2014. 344 с.

Егоян В.Л. Очерк стратиграфии нижнего мела Северо-Западного Кавказа. Тр. КФ ВНИИнефть, вып.12. М.: Недра, 1964. С. 118–153.

Корсаков С.Г., Семенуха И.Н., Белуженко Е.В. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. 2-е изд. Серия Кавказская. Лист L-37-XXVII, Объяснительная записка. М., 2013. 216 с.

Лидер М. Р. Седиментология. Процессы и продукты. М.: Мир, 1986. 439 с.

Маринин А.В., Расцветаев Л.М. Структурные парагенезы Северо-Западного Кавказа // Проблемы тектонофизики. М.: Изд-во Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, 2008. С. 191–224.

Милановский Е.Е., Хаин В.Е. Очерки региональной геологии СССР. Геологическое строение Кавказа. М.: Изд-во МГУ, 1963. 378 с.

Микерина Т.Б. Циклы седиментогенеза и закономерности накопления органического вещества в мезокайнозойских отложениях Западного Предкавказья и Северо-Западного Кавказа // Геология нефти и газа. 2019. № 2. С. 73–83.

Модвилко Т.А. Нижнемеловые отложения Северного Кавказа и Предкавказья. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1960. 258 с.

Муромцев В. С. Электрометрическая геология песчаных тел — литологических ловушек нефти и газа. Л.: Недра, 1984. 260 с.

Пинчук Т.Н., Попков И.В. Нефтегазоносность Северо-Западного Кавказа // Геология, география и глобальная энергия. 2013. № 3 (50). С. 79–92.

Суслова Э.Ю. Нефтематеринский потенциал юрских и меловых отложений Западного Предкавказья: Автореф. ... дисс. к. геол.-мин. н. М., 2006. 23 с.

Фролов В.Т. Генетическая типизация морских отложений. М.: Изд-во МГУ, 1984. 222 с.

Фролов В.Т. Литология: Учебное пособие. Кн. 2. М.: Изд-во МГУ, 1993. 432 с.

Яковлев С.Ю., Бордунов С.И., Гусев А.В. и др. Обстановки осадконакопления и коллекторские свойства

фанарского горизонта нижнего мела Северо-Западного Кавказа // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2024а. №???. С. 73–82.

Яковишин С.Ю., Бордунов С.И., Косоруков В.Л., Яковишина Е.В. Условия седиментации и экранирующие свойства глинистых отложений нижнего мела Северо-Западного Кавказа // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2024 б. № 3. С. 42–53.

Breda A., Mellere D., Massari F. Facies and processes in a Gilbert-delta-filled incised valley (Pliocene of Ventimiglia, NW Italy) // Sed. Geol. 2007. Vol. 200. P. 31–55.

Dunham R.J. Classification of carbonate rocks according to depositional texture // Classification of Carbonate Rocks. Mem. Am. Assoc. Petrol. Geol. 1962. Vol. 1. P. 108–121.

Galloway W.E. Process framework for distributing the morphologic and stratigraphic evolution of deltaic depositional systems // Deltas, models for exploration / Ed. M.I. Broussard. Houston TX, Houston Geological Society. 1975. P. 87–98.

Flügel E. Microfacies of Carbonate Rocks. Analysis, Interpretation and Application. Second Edition. Berlin: Heidelberg:Springer-Verlag, 2010. 929 p.

Tucker M.E., Wright V.P. Carbonate sedimentology. Oxford: Alden Group, 2002. 483 p.

Wilson J. Carbonate facies in geologic history. N.Y.: Springer-Verlag, 1975. 471 p.

Статья поступила в редакцию 02.08.2024,
одобрена после рецензирования 12.12.2024,
принята к публикации 28.03.2025