

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
ОТДЕЛЕНИЕ НАУК О ЗЕМЛЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК (ГИН РАН)



**МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
(С ИНОСТРАННЫМ УЧАСТИЕМ)**

**ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ  
ВУЛКАНОГЕННО-ОСАДОЧНЫХ, ТЕРРИГЕННЫХ  
И КАРБОНАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ  
(ЛИТОЛ 2025)**

**01–05 апреля 2025 г.**

Конференция посвящена памяти  
Анны Григорьевны Коссовской (1915–2000)  
Ирины Васильевны Хворовой (1913–2003)

Москва  
ГЕОС  
2025

## Литература

1. Малышев Н.А., Вержбицкий В.Е., Данилкин С.М. и др. Первые результаты стратиграфического бурения на северо-востоке моря Лаптевых // ДАН. Науки о Земле. 2024. Т. 515. № 1. С. 26–35.

2. Малышев Н.А., Вержбицкий В.Е., Данилкин С.М. и др. Стратиграфическое бурение на северо-востоке моря Лаптевых: основные результаты и дальнейшее развитие проекта // Геология и геофизика. 2025. Т. 66. № 2. С. 160–179.

**В.Г. Эдер<sup>1</sup>, М.А. Рогов<sup>1</sup>, А.Д. Скоморохова<sup>1,2</sup>,  
И.В. Панченко<sup>3</sup>, С.В. Можегова<sup>4</sup>, Е.В. Покровская<sup>1</sup>**

---

### **Обстановки образования верхнеюрских черносланцевых отложений зоны Panderi бассейна р. Айюва (район Ухты)**

Впервые проведено детальное и комплексное литолого-геохимическое и биостратиграфическое изучение средневожских отложений зоны Panderi в разрезе обнажения реки Айюва (Айюва-7, окрестности Ухты). Изученный интервал разреза сложен чередованием черносланцевых и сероцветных известково-глинистых пачек. Установлено, что изученная последовательность относится преимущественно к биогоризонту *Zaraiskites regularis*, что обеспечивает возможности для ее детального сопоставления с более полными разрезами – фациальными аналогами центра и юго-востока Русской плиты. Кроме того, это создает условия для сравнения обстановок осадконакопления, синхронно существовавших в удаленных друг от друга частях эпиконтинентального палеобассейна (Среднерусского моря). Выявлено, что изученные отложения обн. Айюва-7 по вещественному составу и строению, особенностям распространения слоев горючих сланцев, наличию аутигенного клиноптилолита схожи с разрезами Поволжья. Сделаны выводы, что седиментация в этих двух районах палео-

---

<sup>1</sup> Геологический институт РАН, Москва, Россия, edervika@gmail.com

<sup>2</sup> Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

<sup>3</sup> ЗАО «Моделирование и мониторинг геологических объектов им. В.А. Двуреченского», Москва, Россия

<sup>4</sup> Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт, Москва, Россия

бассейна контролировалась общими событиями. Эпизоды черносланцевого накопления сопровождались резким сокращением привноса терригенного глинистого материала, сменой видов фитопланктона (с известкового на органикостенный), периодическим развитием дефицита кислорода в придонных водах. Сероцветные фации накапливались в условиях повышенного терригенного привноса и более масштабного распространения известкового нанопланктона. Предполагается, что обстановки седиментации черносланцевых отложений обн. Айюва-7 в позднеюрское время были относительно более глубоководными, чем в Поволжье.

В поздней юре – начале мела практически во всех обширных эпиконтинентальных морях Северного полушария возникли благоприятные условия для накопления органического вещества (ОВ) в осадках и формирования черносланцевых толщ, что связывается с проявлением крупнейшего, пролонгированного во времени шельфового дизоксидного события [1–4]. В течение него формировались формация Кимериджских глин Англии и северо-западной Франции, нефтегенерирующие высокоуглеродистые толщи на шельфах современных арктических морей, баженовская свита Западной Сибири, толща средневолжских горючих сланцев Русской плиты (РП) и др. Последняя образовалась в течение наиболее короткого временного интервала (амм. зона Panderi, не более 1 млн лет), характеризовалась прерывистой («импульсной») динамикой накопления ОВ, при этом с достижением исключительно высоких ( $C_{\text{орг}}$  20–40%) его концентраций. С целью выяснения особенностей строения, вещественного состава и условий осадконакопления верхнеюрских сланценосных отложений на севере РП, было проведено детальное комплексное биостратиграфическое (по аммонитам) и литолого-геохимическое исследование ее разрезов в естественных выходах в бассейне р. Айюва (район г. Ухты). В палеогеографическом отношении этот район соответствовал самой северной части позднеюрского Среднерусского моря [5], и располагался между крупной областью накопления углеродистых осадков в его центральной и юго-восточной зонах и северными окраинами Западно-Сибирского палеобассейна.

Таким образом, географическое расположение разреза р. Айюва является вполне благоприятным для сравнительного анализа особенностей седиментации высокоуглеродистых отложений в этих обширных районах и оценки влияния глобальных и/или региональных событий и факторов на образование таких специфических толщ. В рамках настоящей работы проводились петрографические исследования в поляризованном микроскопе (СХ-40, ГИН РАН), изучение ассоциации глинистых минералов методами рентгенофазового анализа (фр. разм.  $< 0.002$ ) на дифрактометре D8 Advance Bruker (ГИН РАН). Содержание в породах  $C_{\text{орг}}$  (или ТОС – total organic carbon) определяли методом Rock Eval (ВНИГНИ), породообра-

зующих оксидов – ренгенофлуоресцентным анализом (ГИН РАН). Для пересчета химического состава пород на их минеральный состав использовалась программа MINLITH O.M. Розена и соавторов (2000). В рассматриваемом обнажении Айюва-7 бассейна р. Айювы (63°41'57.35" с.ш.; 54°13'35.61" в.д.) вскрывается фрагмент разреза средневожского яруса (зона Panderi) видимой мощностью около 12 м вместе с подстилающими отложениями среднего-верхнего оксфорда [6], которые представлены серо-зелеными глинистыми алевролитами, неслоистыми, с включениями глауконита (1–7%), фосфатными и пиритовыми конкрециями, рострами белемнитов, ихнофоссилиями. Биотурбации характерны для нижней части разреза, вблизи границы оксфордских и вожских отложений, в черносланцевых слоях они редки. Установлено, что изученный интервал относится к аммонитовому биогоризнту *Zaraiskites regularis*, что обеспечивает возможности для его детального сопоставления с более полными разрезами-аналогами центра и юго-востока Русской плиты и сравнения обстановок осадконакопления, синхронно существовавших в удаленных друг от друга частях эпиконтинентального палеобассейна (Среднерусского моря).

Средневожский разрез обн. р. Аюва по составу пород подразделен на две части и 12 пачек (рис. 1). Нижняя часть разреза (пачки 2–6) характеризуется повышенным содержанием биогенного известкового материала в сероцветных породах (30–75%, среднее 59%), по сравнению с верхней частью (30–50%, среднее: 42%) – пачки 7–12. В изученной осадочной последовательности зоны Panderi отмечается 5 черносланцевых горизонтов, два из них залегают в нижней части и три – в верхней. Наиболее мощным (2.8 м) является верхний высокоуглеродистый слой, содержащий прослой (0.1–0.2 м) глинисто-известковых пород.

Появление вида аммонитов *Zaraiskites regularis* – индекса биогоризнта верхней части зоны, фиксируется вблизи подошвы пачки 7. Вверх по разрезу черносланцевые породы, в которых появляются остатки палиноморф, приобретают коричневатый оттенок (пачка 9). В целом строение изученного разреза имеет явно выраженный циклический характер – чередование (0.5–2.8 м) пелитоморфных серых (светлых и более темных) глинисто-карбонатных пород (ОВ < 2%) и темно-серых до черных (в верхней части с коричневатым оттенком) горючих сланцев (ОВ 12–38%), отчетливо выделяющихся в разрезе благодаря выраженной тонкой плитчатости и листоватости. Контакт с подстилающими оксфордскими отложениями – резкий, эрозионный, подчеркнут пиритизацией, контакты между сероцветными и черносланцевыми слоями – резкие, субгоризонтальные, в некоторых случаях со следами размыва. По результатам детального литолого-геохимического исследования в составе средневожского интервала выделено – 7 литотипов: В1, В2, В3, С1, С2, С3, С4 (табл. 1), которые отличаются по вещественному составу.



**Содержание основных породообразующих компонентов  
выделенных литотипов средневожских отложений  
обн. Айюва-7**

Лито-тип	ОВ, %	Кальцит, %	Кварц, %	Глина, %	Название пород
V1	0.5	60.1	14.4	18.1	известняки
V2	1.7	32.5	24.9	33.3	известково-глинистые породы
V3	3.2	40.5	21.0	26.6	глинисто-известковые породы
C1	16.7	33.3	17.9	21.0	кероген-известковые породы
C2	32.2	15.4	13.8	17.3	керогеновые породы
C3	12.9	43.7	18.1	17.0	кероген-известковые породы с обломками раковин
C4	4.1	27.4	28.1	32.4	известково-кремнисто-глинистые породы с клиноптилолитом

В целом петрографические характеристики сероцветных пород (литотипы V1–3) разных пачек изучаемого разреза сходны. Породы темно-серые или серые с голубоватым оттенком, пелитоморфные, неслоистые, оскольчатые, с макрофауной белемнитов, двустворок и аммонитов. Основная масса сложена смесью остатков известкового нанопланктона (кокколитофорид) с тонкодисперсными глинистыми частицами и тонкодисперсным кварцем. Черносланцевые породы (литотипы C1–3) темно-серые, черные, пелитоморфные, тонкоплитчатые, неслоистые, содержат остатки раковин двустворок, аммонитов, ростры белемнитов. Микроструктура пород пелитоморфная, микротекстура горизонтально-линзовидно-слоистая, образованная за счет тонкого линзовидного (ширина 0.01–0.02 мм, длина – 0.1–0.5 мм) распределения ОВ и пирита, реже в микролинзочки концентрируется карбонатный и глинистый материал. Во всех выделенных литотипах отмечается присутствие остатков известкового нанопланктона (кокколитов), который являлся основным поставщиком известкового материала; редких зерен глауконита (1–3%), кальцифер (1–2%) и алевритовой примеси зерен кварца и полевых шпатов (3–7%). Пирит присутствует в виде образований (и их скоплений – линзы и микропрослой) субокруглой, реже неправильной формы, размером 0.01–0.1 мм (1–5%). Содержание глинистой компоненты пород разреза Айюва-7 изменяется от 15 до 35%. По данным рентгенофазового анализа, состав глинистой составляющей по разрезу существенно не меняется

и представлен преимущественно смектитом/смешанослойным слюда-смектитом при подчиненном содержании слюды и хлорита; вблизи кровли верхней части разреза отмечается присутствие клиноптилолита. Для изученных средневожских отложений выявлено, что генерационный потенциал пород (S2, H1) синхронно меняется с концентрацией ОВ, что свидетельствует о колебаниях окислительно-восстановительных обстановок на начальных стадиях образования осадков. Наибольшим генерационным потенциалом обладают высокообогащенные ОВ породы – H1 в них составляет 500–630 мг УВ/г ТОС, в менее обогащенных H1 – 100–300 мг УВ/г ТОС при зрелости керогена, соответствующей протокатагенезу ( $T_{\max} \sim 410\text{--}420\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Обстановки накопления низкоуглеродистых осадков нижней части разреза (литотип В1) рассматриваются многими авторами как наиболее удаленные от берега и связываются с максимальным затоплением палеобассейна – периодом наиболее обширной по площади зоны седиментации с пониженным привносом терригенного глинистого материала и развитием известкового наннопланктона [7]. Эти данные подтверждаются основными характеристиками литотипа В1, приведенными выше. Во время накопления литотипа В2, отложение кокколитовых илов происходило на фоне существенного возрастания темпов привноса терригенного глинистого материала, по сравнению с обстановками литотипов В1 и В3, что могло быть следствием некоторого относительного падения уровня моря [7]. В период накопления литотипа В3 темпы привноса терригенного глинисто-кремнистого материала несколько сокращаются. Согласно анализу рассчитанных значений для литотипов В1–3 геохимических редокс модулей ( $\text{Ni/Co} = 5$ ;  $\text{U/Th} = 0.6$ ;  $\text{V/Cr} = 1.8$ ;  $\text{U}_{\text{org}} = 2.4$ ;  $\text{Mo/Mn} = 0.03$ ), во время накопления этих пород существовали субокислительные/окислительные обстановки, неблагоприятные для сохранения ОВ. Во время эпизодов накопления осадочного материала горючих сланцев (С1–4) существенно сокращается привнос терригенного пелитового материала. Состав водорослей резко меняется – известковый наннопланктон сменяется органикостенными водорослями. Биопродуктивность в этот период существенно возрастает, огромные массы органического вещества осаждаются, не успевая окисляться, что по модели Н.М. Страхова [8], в результате проникновения продуктов разложения ОВ в придонные воды из осадка вызывает в них дефицит кислорода. Предполагается [9, 10], что основной причиной смены периодов распространения кокколитофорид/органикостенных водорослей в Средневожском море Русской плиты были флуктуации концентраций питательных веществ в поверхностных водах палеобассейна. Причины этих флуктуаций могут быть связаны с разными факторами: периодами аридизации [9], трансгрессивно-регрессивными событиями разного масштаба [10] или рядом других факторов. Многи-

ми авторами [7, 10, 3] принимается точка зрения, что осадконакопление черных сланцев происходило в периоды трансгрессий, а сероцветных известково-глинистых пород – в периоды регрессий. Выявлено, что время накопления осадков литотипов С1 и С2 ( $Ni/Co = 24$ ;  $U/Th = 3$ ;  $V/Cr = 9$ ;  $U_{\text{аут}} = 13$ ;  $Mo/Mn = 0.53$ ) в придонных водах периодическим возникал дефицит кислорода, что подтверждается исследованиями ОБ в других районах РП [11]. Таким образом, во время накопления отложений литотипов С1–4 условия для сохранения ОБ были благоприятными.

По сравнению с разрезами Поволжья [7, 3, 10], которые удалены от изученного разреза Айюва-7 на расстояние около 1000 км, наблюдаются следующие сходные черты: 1) двучленное строение: нижняя часть – более карбонатная, верхняя – несколько более глинистая; 2) разрез имеет ярко выраженное циклическое строение: чередование тонкозернистых низкоуглеродистых глинисто-известковых пород и горючих сланцев; 3) выделяется 5 основных черносланцевых пачек (две – в нижней части и три – в верхней); 4) у кровли разреза фиксируется присутствие клиноптилолита и увеличение содержания обломков раковин алевритовой размерности; 5) отложения содержат ОБ морского происхождения с высоким исходным генерационным потенциалом в черносланцевых слоях и относительно пониженным – в глинисто-известковых породах. Существенных различий строения разрезов Айюва-7 и Поволжья (Городище, Ивкино) не обнаружено. Исключением является широкое развитие биотурбаций в горючих сланцах Поволжья и присутствие относительно повышенного количества алевритовой примеси в верхней части их разрезов.

Таким образом, в результате исследования выявлено, что изученные отложения обн. Айюва-7 по вещественному составу и строению, особенностям распространения слоев горючих сланцев, некоторых аутигенных минералов (клиноптилолита) в целом сходны с разрезами Поволжья. Сделаны выводы, что характер седиментации в этих двух районах палеобассейна контролировался единими факторами или событиями. Эпизоды черносланцевого накопления сопровождались резким сокращением привноса терригенного глинистого материала, сменой видов фитопланктона (с известкового на органикостенный), периодическим развитием аноксидных условий в придонных водах. Сероцветные фации накапливались в условиях повышенного терригенного привноса и более широкого распространения известкового нанопланктона. Вероятно, обстановки седиментации сланценосных отложений обн. Айюва-7 были относительно более глубоководными, чем в Поволжье.

*Благодарности:* Авторы признательны Е.В. Щепетовой за обсуждение полученных результатов, ценные советы и замечания.

*Работа выполнена по теме госзадания ГИН РАН (№123032400064-7).*

## Литература

1. *Брадучан Ю.В., Захаров В.А., Месежников М.С.* Стратиграфия и условия образования битуминозных отложений верхней юры-неокома Европейской части СССР и Западной Сибири // Соколов Б.С. (ред.). Осадочная оболочка Земли в пространстве и времени. Стратиграфия и палеонтология: Докл. Сов. геологов на XXVIII сессии МГК. М.: Наука. 1989. С. 108–115.
2. *Leith T.L., Weiss H.M., Mørk A. et al.* Mesozoic hydrocarbon source-rocks of the Arctic region. In: Vorren, T.O. et al. (Eds.) Arctic Geology and Petroleum Potential // Norwegian Petroleum Society Special Publication 2. Elsevier. Amsterdam. 1992. P. 1–25.
3. *Щенетова Е.В.* Седиментология и геохимия углеродистых толщ верхней юры и нижнего мела Русской плиты. Автореф. дисс... канд. геол.-мин. наук. М: ГИН РАН, 2011. 28 с.
4. *Rogov M.A., Shchepetova E.V., Zakharov V.A.* Late Jurassic – earliest Cretaceous prolonged shelf dysoxic–anoxic event and its possible causes // Geological Magazine. 2020. V. 157. P. 1622–164.
5. *Сазонова И.Г., Сазонов Н.Т.* Палеогеография Русской платформы в юрское и раннемеловое время // Тр. ВНИГНИ. Вып. 62. 1967. Л.: Недра. 260 с.
6. *Ипполитов А.П., Rogov M.A., Зверьков Н.Г., Захаров В.А., Киселёв Д.Н., Безносков П.А., Салдин В.А., Эдер В.Г.* Юрские отложения окрестностей Ухты (Республика Коми) // Труды Геологического института. Вып. 635. 2023. 102 с.
7. *Льюров С.В.* Юрские отложения севера Русской плиты. Екатеринбург: УрО РАН, 1996. 139 с.
8. *Страхов Н.М.* Проблемы геохимии современного океанского литогенеза // Труды ГИН АН СССР. М.: Наука. 1976. Вып. 292. 300 с.
9. *Ruffell A.H., Price G.D., Mutterlose J., Kessels K. et al.* Palaeoclimate indicators (clay minerals, calcareous nannofossils, stable isotopes) compared from two sections in the late Jurassic of the Volga Basin (SE Russia) // Geol. J. 2002. V. 37. P. 17–33.
10. *Гаврилов Ю.О., Щенетова Е.В., Rogov M.A., Щербинина Е.А.* Седиментология, геохимия и биота волжских углеродистых отложений северной части Среднерусского моря (Костромская область) // Литология и полезные ископаемые. 2008. № 4. С. 396–424.
11. *Бушнев Д.А., Бурдельная Н.С.* органическое вещество и условия накопления Кашпирских горючих сланцев // Геохимия. 2008. № 10. С. 1037–1050.