

УДК 551.761.2

## ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И АНАЛИЗ ЦИКЛИЧНОСТИ СРЕДНЕГО ТРИАСА КРЯЖА ПРОНЧИЩЕВА (СЕВЕР СРЕДНЕЙ СИБИРИ)

© 2017 г. А. Ю. Попов<sup>1,2</sup>, Е. С. Соболев<sup>1</sup>, А. В. Ядрёнкин<sup>1</sup><sup>1</sup>Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, 630090, г. Новосибирск, просп. Акад. Коптюга, 3,  
e-mails: PopovAY@ipgg.sbras.ru, SobolevES@ipgg.sbras.ru, YadrenkinAV@ipgg.sbras.ru<sup>2</sup>Новосибирский государственный университет, 630090, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 1

Поступила в редакцию 24.10.2016 г.; принята к печати 13.01.2017 г.

Приведены новые данные о строении, условиях формирования и цикличности среднего триаса кряжа Прончищева, представленного карангатинской(?) и туора-хайнской (анизийский ярус), усть-оленекской и олимпийской (ладинский ярус) свитами. Литолого-фациальный анализ показал, что формирование толщи происходило преимущественно в мелководно-морских обстановках, с этапами быстрого повышения уровня моря и общим увеличением вверх по разрезу влияния прибрежных условий. Показано, что изученные отложения представляют собой серию циклов декаметрового масштаба с регрессивной направленностью, формирующих в свою очередь крупный регрессивный цикл с ярко выраженным двучленным строением. Установлено, что триасовый разрез кряжа Прончищева относится к лено-оленекскому типу.

**Ключевые слова:** литолого-фациальный анализ, седиментационные циклы, средний триас, Средняя Сибирь

## LITHOFACIAL CHARACTERISTIC AND CYCLIC ANALYSIS OF THE MIDDLE TRIASSIC OF THE PRONCHISHCHEV RANGE (NORTH OF MIDDLE SIBERIA)

Aleksei Yu. Popov<sup>1,2</sup>, Evgenii S. Sobolev<sup>1</sup>, Andrei V. Yadrenkin<sup>1</sup><sup>1</sup>A.A. Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 3 Koptuyuga av., Novosibirsk, 630090, Russia,  
e-mails: PopovAY@ipgg.sbras.ru, SobolevES@ipgg.sbras.ru, YadrenkinAV@ipgg.sbras.ru<sup>2</sup>Novosibirsk State University, 1 Pirogov st., Novosibirsk, 630090, Russia

Received 24.10.2016; accepted 13.01.2017

The object of study is clastic Middle Triassic of the central part of the Pronchishchev Range. The territory of research is located on the border of Ust'-Anabar and Lena-Olenek facies districts and has poor geological knowledge. During field study of outcrops and test pits new data for Triassic of the right bank of the Peschanaya River were obtained. Lithofacial analysis and analysis of cyclical structure of the Anisian and Ladinian were carried out. The stratigraphic subdivision of the strata was made according to the results of a comprehensive bio- and lithostratigraphic analysis. The succession includes the Karangatinskaya and the Tuora-Khainskaya (Anisian), the Ust'-Olenekskaia and Olimpiiskaya (Ladinian) formations. The lithofacial analysis showed that the sedimentation occurred in mainly sea-shallow conditions with constant exposure of normal waves. Upward the succession a part of coastal sediments increase. Stages of fast sea level rising took place. The analysis of cyclical structures showed that the studied deposits represent the series of regressive sedimentological cycles of decameter scale with a transgressive orientation. They form the large regressive sedimentary cycle with a pronounced binomial structure. It has been found that the Anisian part of the studied section has very similar features of a structure with Leno-Olenek type sections. The structure of the Ladinian part is also similar to the sections of the Lena-Olenek type and is characterized by a slightly reduced thickness of the Olympic formation. It is typical for the western part of the Lena-Olenek facies district. Structural features of the selected cycles allow you to use them in lithostratigraphic correlations of geological sections within the considered sedimentation basin. This is especially true for sites with rare and relatively uniform fossil fauna.

**Keywords:** lithofacial analysis, sedimentary cycles, Middle Triassic, Middle Siberia

### Acknowledgments

The work was carried out with partial support of the programs of the Russian Academy of Sciences No. 23, 28.

**Для цитирования:** Попов А.Ю., Соболев Е.С., Ядрёнкин А.В. (2017) Литолого-фациальная характеристика и анализ цикличности среднего триаса кряжа Прончищева (север Средней Сибири). *Литосфера*, 17(5), 16–27. DOI: 10.24930/1681-9004-2017-17-5-016-027

**For citation:** Popov A.Yu., Sobolev E.S., Yadrenkin A.V. (2017) Lithofacial characteristic and cyclic analysis of the Middle Triassic of the Pronchishchev Range (north of Middle Siberia). *Litosfera*, 17(5), 16–27. DOI: 10.24930/1681-9004-2017-17-5-016-027

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время наблюдается неснижающийся интерес нефтегазодобывающих компаний к арктическим районам России, которые рассматриваются в качестве перспективной ресурсной базы углеводородов [Конторович и др., 2010]. Весьма актуальным является изучение геологического строения районов, прилегающих к Лаптевской нефтегазоносной области, на шельфе которой пока не пробурено ни одной скважины.

Изучением строения среднетриасовых отложений на севере Средней Сибири и их цикличности занимался ряд исследователей [Сороков, 1958; Калинин, 1959; Каплан, 1976; Карагодин, 1982; Егоров, 1983, 1996; Дагис, Казаков, 1984; Левчук, 1985; Egorov, Mørk, 2000; Девятков, Сапьяник, 2009; Божко, 2011; и др.]. По существующим представлениям в этот период происходило формирование крупного циклита (соответствующего сиквенсу второго порядка [Egorov, Mørk, 2000]), выделяемого от уровня максимальной трансгрессии до уровня максимальной регрессии и включающего два циклита меньшего масштаба, соответствующих анизийскому и ладинскому сиквенсам третьего порядка [Egorov, Mørk, 2000]. В свою очередь анизийский и ладинский циклиты имеют более дробное строение с регрессивной направленностью осадконакопления в мелкомасштабных циклитах [Калинко, 1959; Егоров, 1983, 1996]. В свете геодинамической эволюции центральной и восточной Арктики [Добрецов и др., 2013] рассматриваемый период приходится на поздний (регрессивный) этап развития Сибирского суперплума (247–234 млн лет) с последующим снижением тектонической активности в регионе.

Территория юго-восточного побережья моря Лаптевых, на которой расположен ряд опорных разрезов, согласно схеме фациального районирования триасовых отложений относится к Усть-Анабарскому и Лено-Оленекскому фациальным районам Хатангско-Нижнеленской фациальной области [Казаков и др., 2002]. В пределах Лено-Оленекского района в опорных и типовых разрезах отложения анизийского возраста (карангатинская, туора-хаинская свита) представлены чередованием алеврито-глинистых и алеврито-песчаных пачек с маломощными конгломератовыми прослоями в верхней части [Сороков, 1958; Дагис, Казаков, 1984]. Формирование отложений происходило при чередовании условий нижней и средней сублиторали с общей тенденцией к обмелению бассейна, вплоть до близбереговых и континентальных обстановок [Казаков и др., 1982; Дагис, Казаков, 1984]. Для нижней части ладина (усть-оленекская, олимпийская свиты) характерны существенно алеврито-глинистые отложения, которые вверх сменяются алеврито-песчаными, вплоть до песчаных верхнеладинских осадков [Дагис, Казаков, 1980]. Форми-

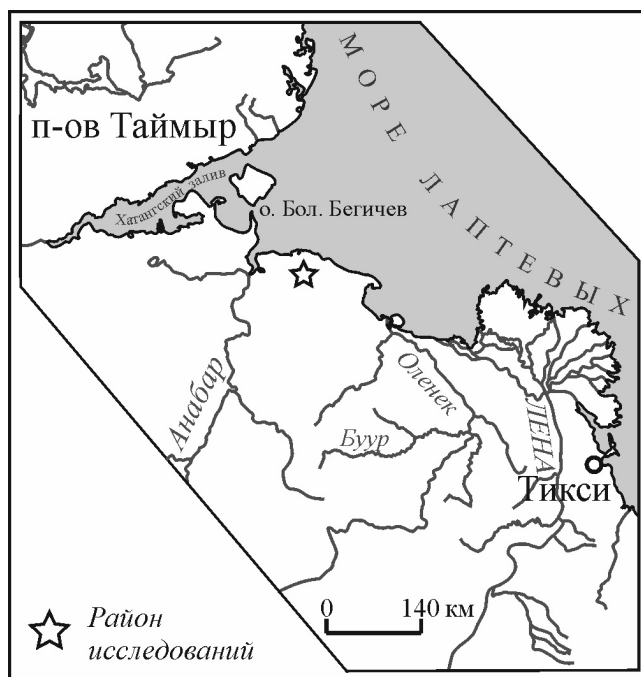


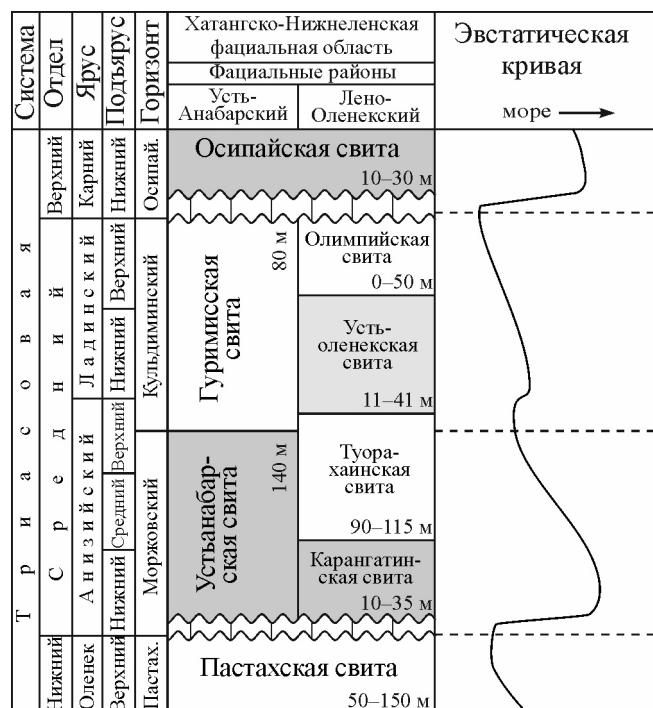
Рис. 1. Схема расположения района исследований.

Fig. 1. Location of the study site.

рование толщи происходило в условиях средней–верхней сублиторали нормально соленого морского бассейна с последующими обмелением и сменой условий солоновато-водными и континентальными [Дагис, Казаков, 1980, 1984; Казаков и др., 1982]. Среднетриасовые отложения Усть-Анабарского района частично охарактеризованы в естественных выходах на мысе Аиркат и ряде буровых скважин. От лено-оленекского типа разрезы отличаются несколько меньшими мощностями при широком развитии песчаных прибрежно-морских отложений и характеризуются схожими трендами в смене относительных глубин бассейна [Калинко, 1959; Казаков и др., 2002].

Территория настоящих исследований расположена на границе Усть-Анабарского и Лено-Оленекского фациальных районов (рис. 1, 2) и отличается достаточно слабой геологической изученностью. Имеющиеся данные базируются на материалах геологической съемки 50–60-х гг. прошлого века. Согласно структурной карте по подошве мезозоя [Конторович и др., 2014], район исследований приурочен к Прончищевскому поднятию Северо-Сибирской мегамоноклизы.

На основе новых данных, полученных при полевом изучении как естественных выходов, так и вскрытых шурфами триасовых отложений правого берега р. Песчаной центральной части кряжа Прончищева (см. рис. 1), были выполнены литолого-фациальный анализ и анализ цикличности строения анизийского и ладинского ярусов. При опи-



**Рис. 2.** Фрагмент стратиграфической схемы триасовых отложений района исследований по [Егоров, 1996; Казаков и др., 2002].

Наиболее мористые отложения показаны серым.

**Fig. 2.** Fragment of stratigraphic chart of the Triassic of the study site by [Egorov, 1996; Kazakov, 2002].

Most marine deposits are shown in gray.

сании обстановок использована классификация, предложенная для побережья с терригенной седиментацией [Обстановки..., 1990]. Стратиграфическое расчленение разреза проведено по результатам комплексного био- и литостратиграфического анализа. Изученные отложения соответствуют карангатинской(?), туора-хаинской, усть-оленекской и олимпийской свитам.

## СТРОЕНИЕ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТОЛЩИ

На основе анализа гранулометрического, вещественного составов пород и генетической интерпретации отложений [Попов и др., 2013] составлена вертикальная седиментационная модель (рис. 3). В изученной среднетриасовой толще удалось выделить серию циклитов декаметрового масштаба с регрессивной направленностью, объединенных в несколько циклитов более высокого порядка, соответствующих интервалам от уровней наиболее крупных трансгрессий до уровней наибольших регрессий. Следует отметить, что на границах циклитов нередко наблюдается быстрый трансгрессивный переход от наиболее регрессивных алеврито-

песчаных верхних частей к алеврито-глинистым отложениям низов следующего циклита. Подобная картина отражает асимметричный ход циклических процессов.

Первые обнажения среднего триаса изученного разреза представляют собой верхнюю часть нижнего регрессивного циклита (I, 1 – более 20 м), которая, вероятно, соответствует более мористой карангатинской(?) свите, переходящей вверх в более мелководную туора-хаинскую. Нижняя трансгрессивная часть циклита скрыта. Выходы сложены алевритом крупнозернистым зеленовато-серым с алеврито-глинистыми прослоями, вверх переходящим в песчаник мелкозернистый алевритовый (рис. 4а). Отмечаются слабо выраженные разнонаправленные полого-косые серии, проявлены знаки разномасштабной ряби, встречаются раковины беззамковых брахиопод (*Lingula cf. polaris* Lundgren), иглы морских ежей, рыбный и мелкий растительный детрит. Присутствуют в большом количестве разноразмерные кальцитовые конкреции, интенсивно кальцитизированные прослои (в верхней половине). Данные отложения формировались в нижней и верхней частях предфронтальной зоны пляжа мелководно-морского комплекса при постоянном воздействии нормальных волн (верхняя сублитораль).

Далее по разрезу следует основная часть туора-хаинской свиты мощностью около 100 м, представленная рядом циклитов с трендами на увеличение зернистости материала вверх по разрезу. Первый из них (2) имеет мощность 37 м, нижняя его часть слабо обнажена. В отдельных высыпках отмечается алеврит зеленовато-серый, в разной степени глинистый, с редкими кальцитовыми конкрециями. Выше залегает алеврит крупнозернистый зеленовато-серый, с линзовидными прослоями алеврито-глинистого полого-слоистого (рис. 4б). Постоянно проявлены знаки разномасштабной ряби волнения, присутствуют алеврито-песчаные прослои, обогащенные раковинами беззамковых брахиопод (*Lingula polaris* Lundgren), редкий рыбный и мелкий растительный детрит. Отложения формировались в обстановках предфронтальной зоны пляжа прибрежно-морского комплекса при постоянном воздействии нормальных волн (верхняя сублитораль).

В верхней части циклита происходит увеличение зернистости материала до алевропесчаника, с отдельными песчаными линзами ракушняка, в которых встречаются двусторчатые моллюски (*Bakevella arctica* (Kiparisova), *B. lapteviensis* Kurushin, *Mytilus nativus* Kurushin, *Schafaeutlia nebulosa* Kurushin и др.), беззамковые брахиоподы (*Lingula polaris* Lundgren), скафоподы (*Laevidentalium* sp.), иглы морских ежей, разрозненные остатки рыб, галька и гравийные зерна (рис. 4в). Проявлены разноразмерные стяжения кальцита (рис. 4г). В кров-

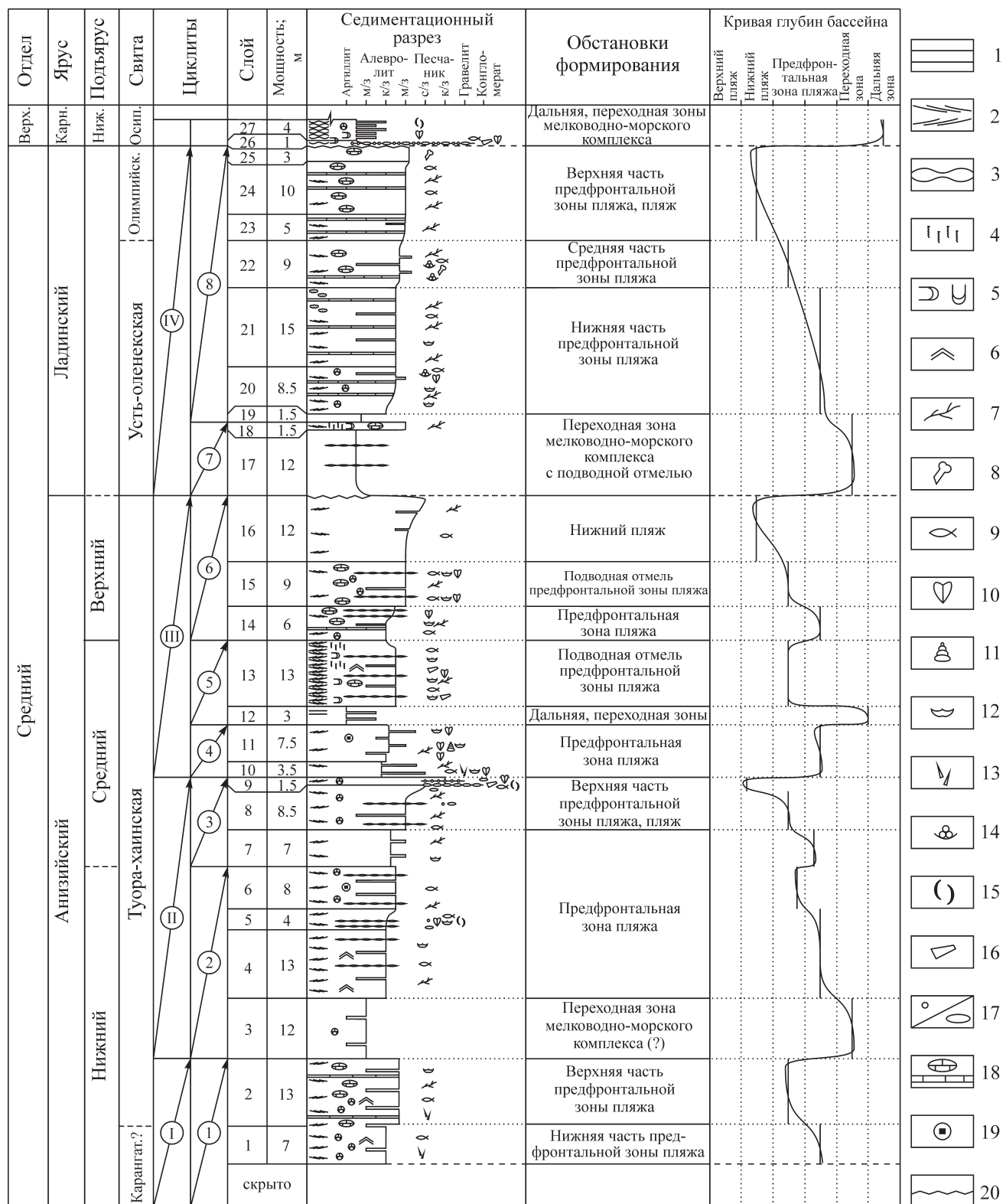


Рис. 3. Вертикальная седиментационная модель среднетриасовой толщи в районе кряжа Прончищева.

1–3 – слоистость: 1 – горизонтальная, 2 – пологая косая, 3 – волнисто-линзовидная; 4–6 – текстурные нарушения: 4 – биотурбация, 5 – горизонтальные и вертикальные следы жизнедеятельности, 6 – знаки ряби; 7–15 – органические остатки: 7 – растительный детрит, 8 – костные остатки рептилий, 9 – рыбный детрит, 10 – двусторонки, 11 – гастроподы, 12 – брахиоподы, 13 – иглы морских ежей, 14 – фораминиферы, 15 – раковинчатый детрит; 16–19 – неорганические включения: 16 – алеврито-глинистые интракласты, 17 – гравий / галька, 18 – карбонатные конкреции и карбонатизированные уровни, 19 – пиритовые конкреции; 20 – эрозионные границы.

**Fig. 3.** Vertical sedimentation model of the Middle Triassic of the Pronchishchev Ridge.

1–3 – lamination: 1 – horizontal, 2 – gentle oblique, 3 – wavy-lenticular; 4–6 – textural disturbances: 4 – bioturbation, 5 – horizontal and vertical trace fossils, 6 – ripples signs; 7–15 – organic remnants: 7 – plant detritus, 8 – bone remains of reptiles, 9 – fish detritus, 10 – bivalves, 11 – gastropodes, 12 – brachiopods, 13 – echinodermata, 14 – foraminifers, 15 – shell detritus; 16–19 – non-organic remnants: 16 – mudclasts, 17 – granules/pebbles, 18 – calcite concretions and calciferous layers, 19 – pyrite concretions; 20 – erosional boundaries.

ле фиксируется погребление материала до песчаника мелкозернистого. Отложения формировались в обстановках верхней части предфронтальной зоны пляжа и нижнего пляжа (верхняя сублитораль–нижняя литораль). Фауна верхней части циклита позволяет достаточно точно судить о нижнеанизийском стратиграфическом положении этих слоев.

Следующий циклит (3) имеет мощность 17 м и может быть разделен на три части. Нижняя его половина представлена алевропесчаником темно-зеленоватым массивным (рис. 4д) с более грубозернистыми полого-косослоистыми прослоями, с редкими раковинами беззамковых брахиопод. Формирование отложений происходило в пределах предфронтальной зоны пляжа при достаточном поступлении алевритового материала (верхняя сублитораль). Выше залегает песчаник мелкозернистый зеленовато-серый полого-косослоистый с мелким растительным и рыбным детритом, отдельными линзочками, обогащенными гравием и мелкой галькой. Проявлена полого-косая слабосрезанная слоистость (рис. 4е).

Заканчивается циклит песчаником крупнозернистым зеленовато-серым с частыми линзами гравийного и мелкогалечного материала (рис. 4ж, з), в которых найдены обломки раковин двустворчатых моллюсков (*Bakevella* cf. *arctica* (Kiparisova)) и беззамковых брахиопод (*Lingula polaris* Lundgren), фрагменты костей рептилий и рыб, крупные глинистые интракласты, в которых иногда отмечаются горизонтальные следы жизнедеятельности. Встречаются преимущественно мелкие кальцитовые конкреции. Описанные части циклита формировались в обстановках предфронтальной зоны пляжа, сменяющихся обстановками нижнего пляжа (верхняя сублитораль–нижняя литораль). Рассмотренные два циклита могут быть объединены в единый циклит более высокого порядка (II) с общей регрессивной направленностью. Имеющиеся данные не позволяют судить о точном стратиграфическом положении описанных отложений (цикл 3), однако сопоставление характера цикличности толщи с опорными разрезами региона дают возможность условно отнести их к среднему анизию.

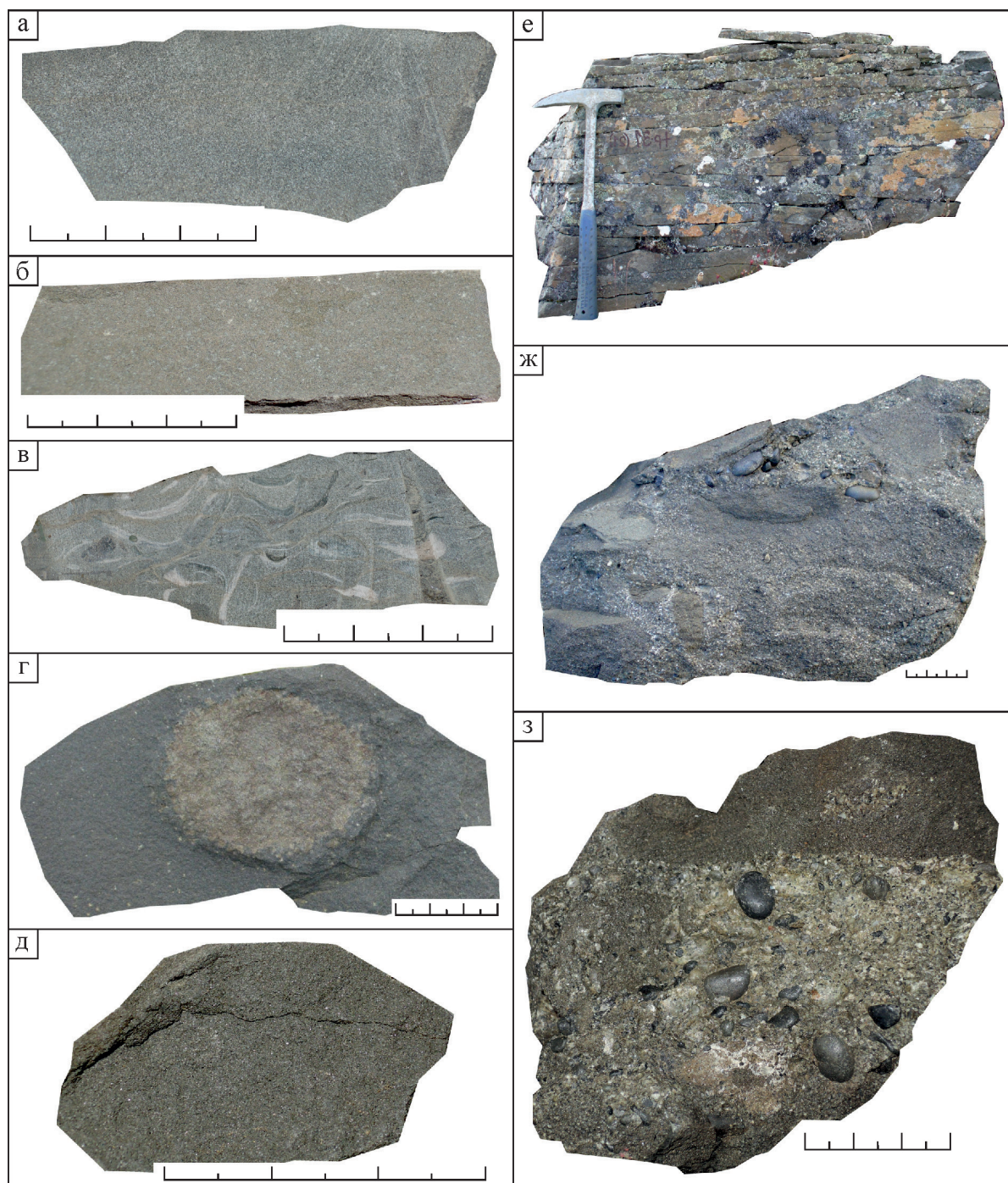
Далее следует относительно небольшой циклит (4) мощностью 11 м со слабо выраженным трендом на увеличение зернистости материала вверх. Он представлен алевритом зеленовато-серым крупнозернистым, в верхней половине – песчаным со слабо выраженной полого-косой слоистостью, иногда подчеркнутой мелким расти-

тельным детритом. Присутствуют более светлые разнозернистые песчаные линзочки и прослои, а также ракушняки с двустворчатыми моллюсками (*Bakevella arctica* (Kiparisova), *Mytilus eduliformis* Schlotheim, *Pseudocorbula gregaroides* Phillippi), беззамковые брахиоподы (*Lingula polaris* Lundgren), скафоподы (*Laevidentulum* sp.), гастроподы, иглы морских ежей, разрозненные остатки рыб и рептилий (рис. 5а, б, в). Здесь также проявлены прослои алеврито-глинистого состава. В основной породе встречаются мелкие кальцитовые стяжения, редкие мелкие стяжения пирита. Формирование отложений происходило в обстановках разных частей предфронтальной зоны пляжа (верхняя сублитораль).

Нижние метры следующего циклита (5) общей мощностью 16 м сложены аргиллитом темно-серым, послойно алевритистым, вплоть до участков тонкого горизонтального переслаивания, формировавшегося, вероятно, в обстановках дальней и переходной зон мелководного морского бассейна (нижняя–средняя сублитораль).

Выше залегает алевропесчаник зеленовато-серый с коричневатым оттенком, полого-косыми срезанными сериями и знаками ряби волнения. По некоторым плоскостям напластования концентрируются рыбная чешуя, мелкий растительный детрит, единичные мелкие алеврито-глинистые интракласты (рис. 5г). Отмечаются линзовидные прослои песчаника мелкозернистого, более светлого, с частыми раковинами двустворчатых моллюсков (*Bakevella prima* Kurushin, *Mytilus eduliformis* Schlotheim), беззамковых брахиопод (*Lingula polaris* Lundgren), фрагментами костей рыб. В целом порода подвержена послойной биотурбации с распространением горизонтальных следов жизнедеятельности (ихнофоссилии *Thalassinoides*) (см. рис. 5г). Присутствуют более тонкозернистые прослои. В кровле фиксируется некоторое утонение материала. Формирование отложений происходило в обстановках подводной отмели предфронтальной зоны пляжа (верхняя сублитораль). Присутствующий в описанных отложениях (циклиты 4, 5) комплекс двустворчатых моллюсков позволяет предполагать, что их стратиграфическое положение соответствует среднему анизию.

Последний циклит туора-хаинской свиты (6) имеет мощность 27 м и может быть разделен на три части. Нижняя сложена преимущественно алевритом крупнозернистым зеленовато-серым неясно-слоистым с раковинами беззамковых брахио-

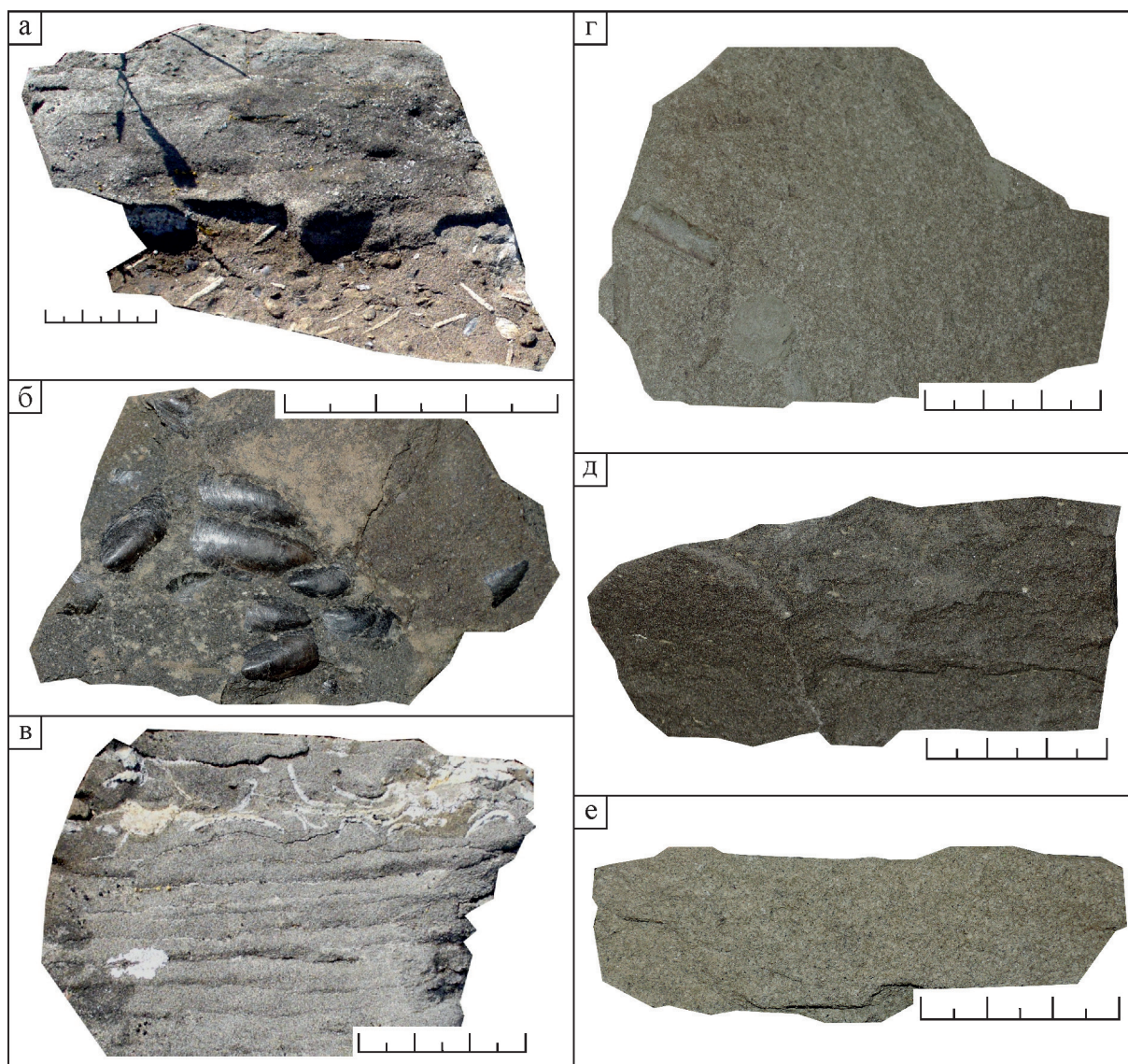


**Рис. 4.** Фотографии образцов пород циклитов I, II.

а – песчаник мелкозернистый алевритовый (слой 2); б – алевролит крупнозернистый (слой 4); в – песчаник мелкозернистый с обильными раковинными остатками (слой 5); г – песчаник мелкозернистый с округлой кальцитовой конкрецией (слой 6); д – песчаник мелкозернистый алевритистый хлоритизированный (слой 7); е – песчаник мелкозернистый с пологой косою слабосрезанной слоистостью (слой 8); ж – песчаник крупнозернистый гравийный с мелкой галькой и интракластами глинистых пород (слой 9); з – гравийно-конгломератовая линза в песчанике крупнозернистом (слой 9). Здесь и на рис. 5, 6 шкала – 3 см.

**Fig. 4.** Photos of rock samples of cyclites I, II.

а – fine-grained silty sandstone (layer 2); б – coarse-grained siltstone (layer 4); в – fine-grained sandstone with copious shell detritus (layer 5); г – fine-grained sandstone with the rounded calcite concretion (layer 6); д – fine-grained silty chloritized sandstone (layer 7); е – fine-grained sandstone with a gentle oblique lamination (layer 8); ж – coarse-grained gravel sandstone with small pebbles and mudclasts (layer 9); з – coarse-grained sandstone with gravel conglomerate lens (layer 9). Here and on Fig. 5, 6 scale – 3 cm.



**Рис. 5.** Фотографии образцов пород циклита III.

а – прослой песчаника среднезернистого, обогащенного остатками раковин моллюсков и фрагментами иглокожих (слой 10); б – песчаник мелкозернистый с раковинами безамковых брахиопод (слой 10); в – песчаник среднезернистый полого-косослоистый с прослоем, обогащенным раковинами двустворчатых моллюсков (слой 11); г – алевропесчаник с глинистыми интракластами и горизонтальными следами жизнедеятельности (слой 13); д – песчаник мелкозернистый с мелким раковинным дитритом (слой 15); е – песчаник среднезернистый (слой 16).

**Fig. 5.** Photos of rock samples of the sedimentary cyclite III.

а – medium-grained sandstone layer with shell detritus and echinodermata remains (layer 10); б – fine-grained sandstone with brachiopodes (layer 10); в – medium-grained sandstone with a gentle oblique bedded structure and bivalves (layer 11); г – silty sandstone with clay intraclasts and horizontal trace fossils (layer 13); д – fine-grained sandstone with small shell detritus (layer 15); е – medium-grained sandstone (layer 16).

под (*Lingula polaris* Lundgren), редкими рыбными остатками, отпечатками растений и мелким растительным детритом. Присутствуют линзы песчаника мелкозернистого мощностью до 25 см, в которых наблюдается полого-косая слоистость, встречаются единичные раковины двустворчатых моллюсков (*Unionites sorokovae* Kurushin и др.). Доля песчаных линз увеличивается вверх по разрезу. Отмечаются

маломощные более тонкозернистые прослои. Фиксируется большое количество яйце- и шаровидных кальцитовых конкреций.

Выше залегает песчаник мелкозернистый зеленовато-серый со слабым коричневатым оттенком (рис. 5д). Слабо проявлена пологая косая слоистость. Присутствуют более грубозернистые линзы и алевроитовые прослои. Встречаются редкие ра-

ковины двустворчатых моллюсков (*Unionites sorokovae* Kurushin, *Bakevella czekanowskii* Kurushin, *Panopea anabarica* Kurushin и др.) и беззамковых брахиопод (*Lingula polaris* Lundgren), рыбный и мелкий растительный детрит. Также фиксируется большое количество яйце- и шаровидных кальцитовых конкреций.

Верхние 12 м циклита представлены песчаником мелкозернистым, вверх переходящим в среднезернистый светло-серый с коричневатым оттенком (рис. 5е). Отмечается слабовыраженная пологая косая слоистость, иногда подчеркнутая намывами мелкого рыбного и растительного детрита. Присутствуют маломощные алевроито-песчаные зеленовато-серые прослои. Литолого-фациальный анализ отложений позволил установить, что они формировались вблизи береговой линии при слабе обстановках предфронтальной зоны пляжа непосредственно пляжевыми (верхняя сублитораль–нижняя литораль). Имеющиеся био- и литостратиграфические данные достаточно точно указывают на стратиграфическое положение описанных отложений (цикл 6), соответствующее верхнему анизию. Рассмотренные три циклита могут быть объединены в единый циклит более высокого порядка (III) с общей регрессивной направленностью.

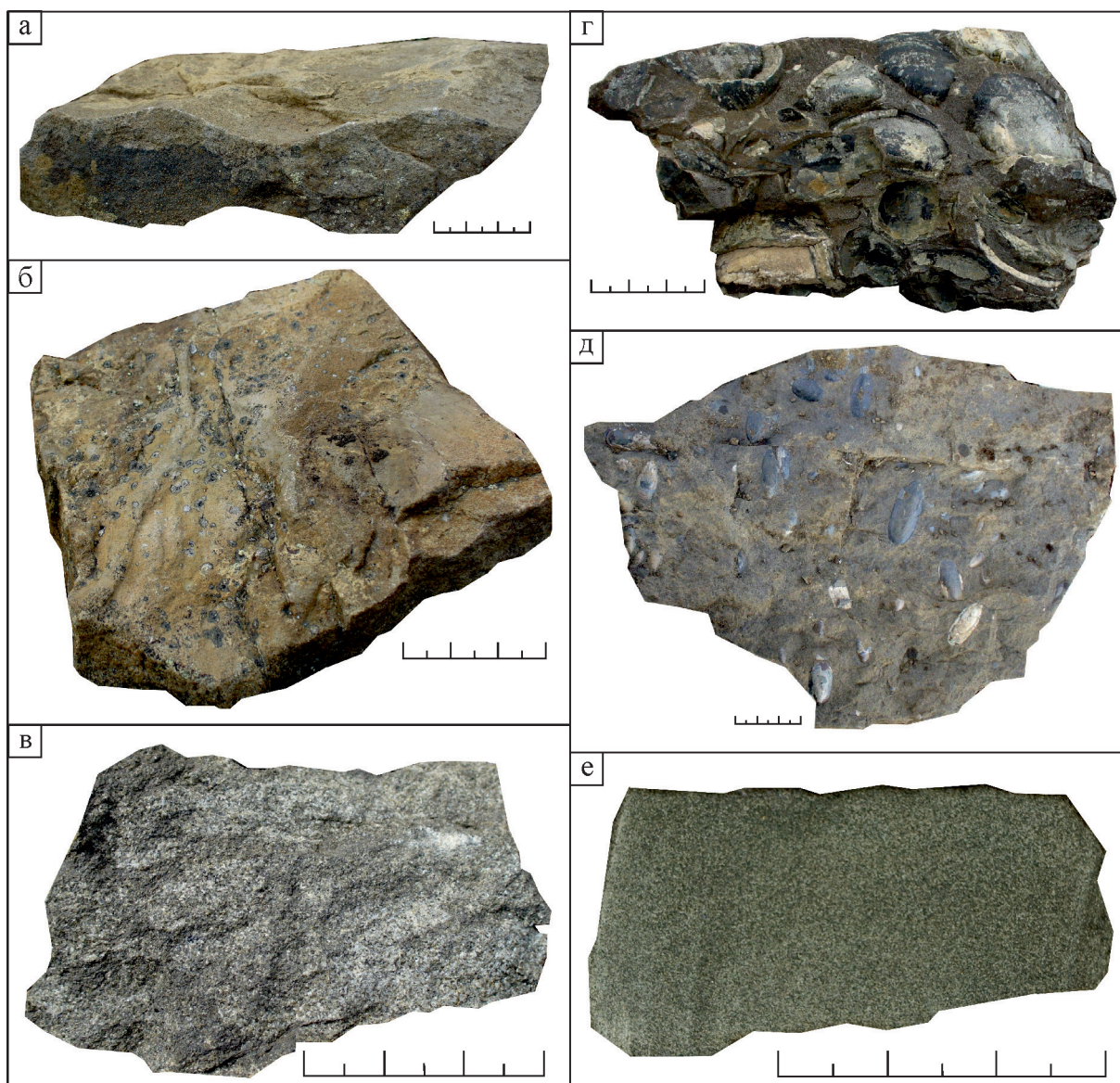
На рубеже анизийского и ладинского веков на севере Средней Сибири фиксируется некоторая перестройка осадочного бассейна с развитием более глубоководных обстановок, что неоднократно ранее отмечалось специалистами. Также указывалось на существенное преобразование биоты [Казаков и др., 2002; и др.]. В изученном разрезе на этом рубеже, вероятно, имеет место некоторый стратиграфический перерыв.

Крупный анизийский циклит перекрывается двумя циклитами (7, 8), составляющими единый ладинский циклит, несколько меньший по мощности (65.5 м). Он представлен усть-оленекской и олимпийской свитами. Нижние 12 м нижнего циклита (7), соответствующие нижней части усть-оленекской свиты, слабо обнажены. В элювии наблюдается аргиллит, в разной степени алевитистый, темно-зеленовато-серый, свидетельствующий о существенном увеличении глубины бассейна (средняя сублитораль). Выше залегает (1.5 м) песчаник мелко-среднезернистый светло-зеленовато-серый полого-косослоистый со знаками симметричной ряби (рис. 6а), в нижней части алевитистый, в верхней – интенсивно биотурбированный с развитием горизонтальных следов жизнедеятельности (ихнофоссилии *Thalassinoides*) (рис. 6б, в), мелким растительным детритом. Развита интенсивная послойная кальцитизация пород. Отложения, составляющие верхнюю часть циклита (7), формировались в обстановке предфронтальной зоны пляжа при развитии подводных отмелей (верхняя сублитораль).

Следующий циклит (8; 52 м) начинается маломощной алевроито-глинистой темно-зеленовато-серой пачкой, которая быстро сменяется алевролитом крупнозернистым песчаным и песчаником мелкозернистым алевроитовым зеленовато-серым с пологой косой слоистостью, иногда подчеркнутой мелким растительным детритом. Фиксируются яйцевидные кальцитовые конкреции. Присутствуют алевроито-глинистые и алевроито-песчаные прослои, ракушняки, содержащие двустворчатые моллюски (*Bakevella ladinica* Kurushin, *Laptevella pronthistshevi* Kurushin и др.), беззамковые брахиоподы (*Lingula polaris* Lundgren), скафоподы (*Laevidentalium* sp.), иглы морских ежей и разрозненные фрагменты рыб (рис. 6г, д). Отмечаются редкие немногочисленные фораминиферы, представленные мелкими аммодисцидами (*Ammodiscus* ex gr. *septentrionalis* Gerke).

В средней части циклита происходит некоторое увеличение зернистости до песчаника мелкозернистого алевитистого, более светлого, с единичными фрагментами костей рептилий и относительно крупными кальцитовыми конкрециями. Описанные отложения соответствуют основной части усть-оленекской свиты и формировались преимущественно в обстановках предфронтальной зоны пляжа с последовательной сменой нижней ее части верхней (верхняя сублитораль). Присутствующий комплекс двустворчатых моллюсков указывает на стратиграфическое положение их содержащих слоев, соответствующее ладинскому ярусу. Встреченный в усть-оленекской свите кряжа Прончищева комплекс фораминифер, в котором доминируют аммодискусы, по нашим данным, установлен в гуримисской свите в разрезе мыса Аиркат Усть-Анабарского фациального района. Там данный стратиграфический интервал также датируется как ладинский [Дагис и др., 1983, 1984].

Далее, в верхней части циклита, наблюдается постепенный переход в песчаник мелкозернистый светло-зеленовато-серый со скрытой пологокосою слоистостью (рис. 6е), рассеянным рыбным и мелким растительным детритом. Присутствуют частые интенсивно кальцитизированные прослои и крупные кальцитовые конкреции. Верхние 3 м сложены песчаником средне-мелкозернистым буровато-зеленовато-серым неяснослоистым с единичными фрагментами костей рептилий. Отложения отвечают обстановкам верхней части предфронтальной зоны пляжа, вплоть до нижнего пляжа (верхняя сублитораль–нижняя литораль). Описанные песчаные породы составляют олимпийскую свиту. Ладинский возраст этого стратиграфического интервала определяется условно, по его стратиграфическому положению между ладинской усть-оленекской и раннекарнийской осипайской свитами. Рассмотренные два циклита, составляющие единый циклит более высокого порядка (IV) с общей регрессивной на-



**Рис. 6.** Фотографии образцов пород циклита IV.

а – знаки симметричной ряби в песчанике мелко-среднезернистом (слой 18); б – горизонтальные следы жизнедеятельности в песчанике мелко-среднезернистом (слой 18); в – песчаник мелко-среднезернистый мелкокомковатого облика за счет биотурбации (слой 18); г – песчаник мелкозернистый, обогащенный раковинами двустворчатых моллюсков (слой 20); д – алевролит крупнозернистый, обогащенный раковинами беззамковых брахиопод (слой 20); е – песчаник мелкозернистый (слой 24).

**Fig. 6.** Photos of rock samples of the cyclite IV.

а – fine-medium-grained sandstone with symmetric ripples signs (layer 18); б – fine-medium-grained sandstone with horizontal trace fossils (layer 18); в – **fine-medium-grained bioturbated sandstone (layer 18)**; г – **fine-grained sandstone with bivalves (layer 20)**; д – coarse-grained siltstone with brachiopodes (layer 20); е – fine-grained sandstone (layer 24).

правленностью, который с размывом перекрывается регионально выраженной существенно глинистой осипайской свитой раннекарнийского возраста с прослоями конгломерата в основании. Последняя формировалась в обстановках дальней и переходной зон мелководно-морского комплекса (нижняя–средняя сублитораль) [Попов и др., 2015].

## ВЫВОДЫ

Проведенный литолого-фациальный анализ среднетриасовых отложений позволил детально проинтерпретировать обстановки их формирования. Установлено, что осадконакопление происходило в мелеющем мелководно-морском бассейне

преимущественно в условиях постоянного воздействия нормальных волн с несколькими трансгрессивными событиями. Построена кривая изменения глубины бассейна (см. рис. 3), которая хорошо соотносится с предложенной А.М. Казаковым с соавторами [2002] эвстатической кривой для севера Средней Сибири (см. рис. 2) и существенно детализирует ее. Показано, что анизийский этап регрессивного развития бассейна характеризуется более сложной эволюцией.

Анализ цикличности среднетриасовой толщи кряжа Прончищева позволил выделить восемь циклитов декаметрового масштаба регрессивной направленности, которые образуют два циклита более высокого порядка анизийского и ладинского возраста, формирующих единый регрессивный ряд, отражающий крупный этап в эволюции бассейна. Подобное циклическое строение имеют и другие среднетриасовые толщи бореальных районов, где также было выделено до 8 циклитов декаметрового масштаба [Egorov, Mørk, 2000], объединенных в регионально прослеживаемые анизийский и ладинский циклиты регрессивной направленности [Калинко, 1959; Каплан, 1976; Егоров, 1983, 1986; Дагис, Казаков, 1984; Левчук, 1985; Девятов, Сапьяник, 2009; Божко, 2011]. Все это согласуется с предположением, что в позднепермско-триасовый этап развития Сибирская платформа, в том числе ее Лаптевский блок, после начальных процессов прогибания испытывала сводовое поднятие [Цейслер, Корчуганова, 2009; Сафронов, 2011], вызванное финальной стадией формирования суперконтинента Пангея, сборка которого могла завершиться на рубеже среднего и верхнего триаса [Божко, 2011; Верниковский и др., 2013].

Выделенные в изученном разрезе циклиты декаметрового масштаба, контролируемые эвстатическими и тектоническими событиями регионально или локального значения, асимметричны, имеют общий регрессивный тренд, преимущественно один и тот же набор обстановок и достаточно резкие границы. Структурные особенности циклов позволяют использовать их при литостратиграфической корреляции геологических разрезов в пределах рассматриваемого бассейна, в особенности для участков, характеризующихся редкостью и относительно однообразием ископаемой фауны.

Проведен сравнительный анализ строения среднетриасовой толщи центральной части кряжа Прончищева с опорными разрезами на Анабарском заливе (Усть-Анабарский фациальный район) и в низовье р. Оленек (Лено-Оленекский фациальный район) [Дагис, Казаков, 1980, 1984; Карогодин, 1982; Казаков и др., 1982, 2002; Дагис и др., 1983; Геологическая карта..., 1983; Егоров, 1996; Константинов и др., 2013]. Установлено, что анизийская часть изученного разреза имеет весьма схожие черты строения с разрезами лено-оленьского типа,

причем показательна хорошая корреляция как выделенных циклитов, так и отдельных пачек. Определенные общие черты строения отмечаются и с анизийской толщей Анабаро-Хатангского междуречья, но с меньшим развитием песчаных тел.

Ладинская часть разреза по своему строению также в значительной степени схожа с разрезами лено-оленьского типа и характеризуется несколько пониженными мощностями олимпийской свиты, характерными для западной части этого района. Усть-анабарский тип разрезов, представленный частично на западном берегу Анабарского залива (мыс Аиркат) и в ряде скважин, характеризуется несколькими отличными чертами строения ладинской части. В этих разрезах отмечается более выраженная цикличность при значительном увеличении доли песчаных пород. Таким образом, если ранее, в силу недостаточной изученности района исследований, его фациальная приуроченность оставалась неясной, то сегодня можно однозначно утверждать о лено-оленьском типе триасового разреза кряжа Прончищева и более западном положении границы с соседним Усть-Анабарским районом.

Выявленный циклический характер среднетриасовой толщи позволяет наметить в разрезе наиболее грубозернистые регрессивные части циклитов, как правило, перекрытые существенно глинистыми отложениями. Учитывая общий характер изменения относительной глубины всего бассейна, можно предполагать схожее циклическое строение разновозрастных толщ региона, погребенных под более молодыми отложениями. В них также следует ожидать развитие наиболее грубозернистых пачек в регрессивных частях циклитов, которые можно рассматривать в качестве потенциальных коллекторов углеводородов.

*Работа выполнена при частичной поддержке программ РАН № 23 и 28.*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Божко Н.А. (2011) О двух типах суперконтинентальных циклов. *Вестн. МГУ, Сер. 4. Геология*. 5, 15-24.
- Верниковский В.А., Добрецов Н.Л., Метелкин Д.В., Матушкин Н.Ю., Кулаков И.Ю. (2013) Проблемы тектоники и тектонической эволюции Арктики. *Геология и геофизика*, 54(8), 1083-1107.
- Геологическая карта СССР масштаба 1:1 000 000 (новая серия). Объяснительная записка. Лист R-(50)-52. Тикси. (1983) Л.: Министерство геологии; ВСЕГЕИ, 135 с.
- Дагис А.А., Дагис А.С., Казаков А.М., Курушин Н.И., Булатова З.И., Могучева Н.К. (1983) Стратиграфия триасовых отложений побережья Анабарского залива. *Геология и нефтегазоносность мезозойских седиментационных бассейнов Сибири*. Новосибирск: Наука, 21-28.
- Дагис А.С., Казаков А.М. (1980) Стратиграфия ладинского яруса на севере Средней Сибири. *Палеонто-*

- логия и стратиграфия триаса Средней Сибири. М.: Наука, 36-51.
- Дагис А.С., Казаков А.М. (1984) Стратиграфия, литология и цикличность триасовых отложений севера Средней Сибири. Новосибирск: Наука, 77 с.
- Девятков В.П., Сапьяник В.В. (2009) Главнейшие геологические события мезозоя Сибири. Региональная геология. *Стратиграфия и палеонтология фанерозоя Сибири*. Новосибирск: Изд-во СНИИГГиМС, 123-130.
- Добрецов Н.Л., Верниковский В.А., Карякин Ю.В., Кораго Е.А., Симонов В.А. (2013) Мезозойско-кайнозойский вулканизм и этапы геодинамической эволюции центральной и восточной Арктики. *Геология и геофизика*, **54**(8), 1126-1144.
- Егоров А.Ю. (1983) Этапность в формировании триасовых отложений на севере Средней Сибири. *Изв. высш. учебн. завед. Геология и разведка*, (10), 25-31.
- Егоров А.Ю. (1996) Стратиграфия среднего триаса восточной части Лено-Анабарского прогиба. *Вестн. МГУ. Сер. 4. Геология*, (5), 20-27.
- Казаков А.М., Дагис А.С., Карогодин Ю.Н. (1982) Литостратиграфические подразделения триаса севера Средней Сибири. *Био- и литостратиграфия триаса Сибири*. М.: Наука, 5-36.
- Казаков А.М., Константинов А.Г., Курушин Н.И., Могучева Н.К., Соболев Е.С., Фрадкина А.Ф., Ядрёнкин А.В., Девятков В.П., Смирнов Л.В. (2002) Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Триасовая система. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал "ГЕО", 322 с.
- Калинко М.К. (1959) История геологического развития и перспективы нефтегазоносности Хатангской впадины. Тр. НИИГА. Т. 104. Л.: Гостоптехиздат, 360 с.
- Каплан М.Е. (1976) Литология морских мезозойских отложений севера Восточной Сибири. Л.: Недра. 231 с.
- Карогодин Ю.Н. (1982) Особенности структуры породно-слоевых ассоциаций (циклитов) триасовой толщи северных прогибов Центральной Сибири. *Геология и нефтегазоносность Енисей-Хатангского бассейна*. М.: Наука, 3-15.
- Константинов А.Г., Соболев Е.С., Ядрёнкин А.В. (2013) Стратиграфия триаса восточной части побережья моря Лаптевых и Новосибирских островов. *Геология и геофизика*, **54**(8), 1082-1046.
- Конторович В.А., Конторович А.Э., Моисеев С.А., Соловьев М.В. (2014) Структурно-тектоническая характеристика Лено-Анабарского региона. *Геология нефти и газа*, (1), 74-82.
- Конторович А.Э., Эпов М.И., Бурштейн Л.М., Каминский В.Д., Курчиков А.Р., Малышев Н.А., Прищепа О.Н., Сафронов А.Ф., Ступакова А.В., Супруненко О.И. (2010) Геология, ресурсы углеводородов шельфов арктических морей России и перспективы их освоения. *Геология и геофизика*, **51**(1), 7-17.
- Левчук М.А. (1985) Литология и перспективы нефтегазоносности юрских отложений Енисей-Хатангского прогиба. Новосибирск: Наука, 166 с.
- Обстановки осадконакопления и фации. Т. 1 (1990) (Под ред. Х. Рединга). М.: Мир, 1990. 352 с.
- Попов А.Ю., Соболев Е.С., Ядрёнкин А.В. (2013) Литолого-фациальный анализ триасовых отложений кряжа Прончищева (Средняя Сибирь). *Осадочные бассейны, седиментационные и постседиментационные процессы в геологической истории*. Мат-лы VII Всерос. литол. совещ. Т. II. Новосибирск: Изд-во ИИГ СО РАН, 394-397.
- Попов А.Ю., Соболев Е.С., Ядрёнкин А.В. (2015) Строение и условия формирования осипайской и чайдахской свит (верхний триас) в районе кряжа Прончищева (Средняя Сибирь). *Изв. высш. учеб. завед. Геология и разведка*, (3), 15-19.
- Сафронов А.Ф. (2011) Модель строения пассивной континентальной окраины моря Лаптевых. *Горные ведомости*, (6), 78-81.
- Сороков Д.С. (1958) Стратиграфия и фации морских мезозойских отложений Лено-Оленекского района. *Сборник статей по геологии Арктики*. Тр. НИИГА Т. 85, 20-36.
- Цейслер В.М., Корчуганова Н.И. (2009) Эпохи тектонической активности и стабилизации Сибирской платформы в фанерозое. *Изв. высш. учеб. завед. Геология и разведка*, (4), 3-8.
- Egorov A.Y., Mørk A. (2000) The East Siberian and Svalbard Triassic succession and their sequence stratigraphical relationships. *Zbl. Geol. Palaont. Teil 1-1998-Heft 11-12. Stuttgart*, 1377-1430.

## REFERENCES

- Bozhko N.A. (2011) About two types of supercontinental cycles. *Vestn. Mosk. Univ. Ser. 4: Geol.*, (5), 15-24. (In Russian)
- Dagys A.A., Dagys A.S., Kazakov A.M., Kurushin N.I., Bulativa Z.I., Mogucheva N.K. (1983) Stratigraphy of the Triassic deposits of the Anabar gulf coast. *Geologiya i neftegazonosnost' mezozoyskikh sedimentacionnykh basseynov Sibiri* [Geology and oil and gas content of Mesozoic sedimentary basins of Siberia]. Novosibirsk, Nauka Publ., 21-28. (In Russian)
- Dagys A.S., Kazakov A.M. (1980) *Stratigraphy of the Ladinian in the north of Central Siberia. Paleontologiya i stratigrafiya triasa Sredney Sibiri* [Paleontology and Stratigraphy of Triassic of Middle Siberia]. Moscow, Nauka Publ., 36-51. (In Russian)
- Dagys A.S., Kazakov A.M. (1984) *Stratigrafija, litologiya i tsyklichnost' triasovykh otlozhenii severa Sredney Sibiri* [Stratigraphy, lithology and cycles of sedimentation of the Triassic in the North of Middle Siberia]. Novosibirsk: Nauka Publ., 77 p. (In Russian)
- Devyatov V.P., Sap'yanik V.V. (2009) The main geological events of the Mesozoic of Siberia. *Regional'naya geologiya. Stratigrafiya i paleontologiya fanerozoja Sibiri* [Regional geology. Stratigraphy and paleontology of Phanerozoic of Siberia]. Novosibirsk, SNIIGGiMS Publ., 123-130. (In Russian)
- Dobretsov N.L., Vernikovskiy V.A., Karyakin Ju.V., Korago E.A., Simonov V.A. (2013) Mesozoic-Cenozoic volcanism and geodynamic events in the Central and Eastern Arctic. *Geol. Geofiz.*, **54**(8), 1126-1144. (In Russian)
- Egorov A.Yu. (1983) Cyclic development of the Triassic deposits at the northern part of Middle Siberia. *Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Geologiya i razvedka*. (10), 25-31. (In Russian)
- Egorov A.Yu. (1996) Stratigraphy of the Middle Triassic of eastern part of the Leno-Anabar depression. *Vestn. Mosk. Univ. Ser. 4. Geol.*, (5), 20-27. (In Russian)
- Egorov A.Yu., Mørk A. (2000) The East Siberian and Sval-

- bard Triassic succession and their sequence stratigraphical relationships. *Zbl. Geol. Palaont. Teil 1-1998-Heft 11-12. Stuttgart*, 1377-1430.
- Geologicheskaya karta SSSR masshtaba 1 : 1 000 000 (nova-ya seriya). *Ob''jasnitel'naya zapiska. List R-(50)-52. Tiksi* (1983) [Geological map of USSR of scale 1 : 1 000 000 (new series). Explanatory note. Sheet R-(50)-52. Tiksi]. Leningrad, VSEGEI Publ., 135 p. (In Russian)
- Kalinko M.K. (1959) *Istoriya geologicheskogo razvitiya i perspektivy neftegazonosnosti Khatangskoy vpadiny* [Geological development history and oil-and-gas content prospect of the Khatanga deflection]. Leningrad, Gostoptekhizdat Publ., 360 p. (In Russian)
- Kaplan M.E. (1976) *Litologiya morskikh mezozoiskikh otlozhenii severa Vostochnoy Sibiri* [Lithology of Mesozoic sea deposits of the North of Eastern Siberia]. Leningrad, Nedra Publ., 231 p. (In Russian)
- Karogodin Yu.N. (1982) Rock-layered associations (cyclilites) peculiarity features of the Triassic strata of northern deflections of the Central Siberia. *Geologiya i neftegazonosnost' Enisey-Khatangskogo basseyna* [Geology and oil and gas content of Yenisei-Khatanga basin] Moscow, Nauka Publ., 3-15. (In Russian)
- Kazakov A.M., Dagsy A.S., Karogodin Yu.N. (1982) Lithostratigraphic divisions of the Triassic of the North of Central Siberia. *Bio- i litostratigrafiya triasa Sibiri*. [Bio- and lithostratigraphy of the Triassic of Siberia]. Moscow, Nauka Publ., 5-36. (In Russian)
- Kazakov A.M., Konstantinov A.G., Kurushin N.I., Mogucheva N.K., Sobolev E.S., Fradkina A.F., Yadrenkin A.V., Devyatov V.P., Smirnov L.V. (2002) *Stratigrafiya neftegazonosnykh basseinov Sibiri. Triasovaya sistema* [Stratigraphy of oil and gas basins of Siberia. Triassic system]. Novosibirsk, SO RAN, filial "GEO" Publ., 32 p. (In Russian)
- Konstantinov A.G., Sobolev E.S., Yadrenkin A.V. (2013) Triassic stratigraphy of the eastern Laptev sea coast and New Siberian Islands. *Geol. Geofiz.*, 54(8), 1082-1046. (In Russian)
- Kontorovich A.E., Eпов M.I., Burshtein L.M., Kaminskii V.D., Kyrchikov A.P., Malyshev N.A., Prishchepa O.N., Safronov A.F., Stupakov A.V., Suprunenko O.I. (2014) Geology and hydrocarbon resources of the continental shelf in Russian Arctic seas and the prospects of their development. *Geol. Geofiz.*, 51(1), 7-17. (In Russian)
- Kontorovich V.A., Kontorovich A.E., Moiseev S.A., Solov'ev M.V. (2014) Structure-tectonic characteristic of the Leno-Anabar region. *Geologiya nefi i gaza*, (1), 74-82. (In Russian)
- Levchuk M.A. (1985) *Litologiya i perspektivy neftegazonosnosti yurskikh otlozheniy Enisey-Khatangskogo progiba* [Lithology and petroleum potential of the Jurassic of the Yenisei-Khatanga trough]. Novosibirsk, Nauka Publ., 166 p. (In Russian)
- Obstanovki osadkonakopleniya i fatsii. T. 1. (1990) [Depositional environments and facies. V. 1] (Ed. H. Reading). Moscow, Mir Publ., 352 p. (In Russian)
- Popov A.Ju., Sobolev E.S., Yadrenkin A.V. (2013) Lithofacial analysis of the Triassic deposits in the Pronchishchev Range region (Middle Siberia). "Osadochnye basseyny, sedimentatsionnye i postsedimentatsionnye protsessy v geologicheskoy istorii". Materialy VII Vserossiyskogo litologicheskogo soveshchaniya ["Sediment basins, sedimentation and post-sedimentation process in geological history". Materials of VII All-Russian Lithological Conf.] Novosibirsk, INGG SO RAN Publ., T. II, 394-397. (In Russian)
- Popov A.Yu., Sobolev E.S., Yadrenkin A.V. (2013) Composition and conditions of sedimentation of the Osipai and the Chaidakh Formations (Upper Triassic) in the Pronchishchev Range region (Middle Siberia). *Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Geologiya i razvedka*, (3), 15-19. (In Russian)
- Safronov A.F. (2011) Model of the structure of the passive continental margin of the Laptev Sea. *Gornye Vedomosti*, (6), 78-81. (In Russian)
- Sorokov D.S. (1958) Stratigraphy and facies of the Mesozoic sea deposits of the Leno-Olenek region. *Sbornik statei po geologii Arktiki. Trudy NII GA*. T. 85 [Collection of the papers on Arctic Geology. Works of NIIGA. V. 85], 3-8. (In Russian)
- Tseysler V.M., Korchuganova N.I. (2009) Periods of tectonic activation and stabilization of Siberian Plate in Phanerozoic. *Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Geologiya i razvedka*, (4), 3-8. (In Russian)
- Vernikovskiy V.A., Dobretsov N.L., Metelkin D.V., Matushkin N.Ju., Koulakov I.Yu. (2013) Concerning tectonics and the tectonic evolution of the Arctic. *Geol. Geofiz.*, 54(8), 1083-1107. (In Russian)