УДК [552.14+551.24]:551.73/.76(571.5-17)

СТРАТИГРАФИЯ И СЕДИМЕНТОГЕНЕЗ КЛИНОФОРМНОЙ ВЕРХНЕЙ ЮРЫ АНАБАРО-ЛЕНСКОГО ОСАДОЧНОГО БАССЕЙНА

(Арктическая Сибирь, побережье моря Лаптевых)

В.П. Девятов¹, Б.Л. Никитенко^{2,3}

¹Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья, 630091, Новосибирск, Красный просп., 67, Россия

²Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, 630090, Новосибирск, просп. Академика Коптюга, 3, Россия

³Новосибирский государственный университет, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 1, Россия

Представлены новые материалы по стратиграфии и особенностям строения бат-неокомских разрезов Анабаро-Ленского бассейна. На территории, прилегающей к Таймырской горно-складчатой системе, выявлено клиноформоподобное строение верхнеюрских толщ, отличающихся большой мощностью по сравнению со смежными разрезами востока этого региона. Предложен лектостратотип чернохребетнинской свиты (верхи нижнего оксфорда—низы волжского яруса). Составлен наиболее полный и непрерывный стратиграфический разрез, приведены его лито- и хроностратиграфические корреляции с разрезами сопредельных территорий, детально охарактеризованных комплексами фоссилий, обосновано новое литостратиграфическое расчленение территории, уточнено фациальное районирование отложений, составлена схема мощности толщ верхов бата—бореального берриаса Хатангско-Оленекского междуречья.

Верхний бат—нижний мел, био-, лито-, сейсмостратиграфия, клиноформное строение, корреляция, анализ мощностей, Анабаро-Ленский осадочный бассейн

STRATIGRAPHY AND SEDIMENTOGENESIS OF THE CLINOFORM UPPER JURASSIC OF THE ANABAR-LENA SEDIMENTARY BASIN (Arctic Siberia, Laptev Sea Coast)

V.P. Devyatov, B.L. Nikitenko

New materials on the stratigraphy and structural features of the Bathonian-Neocomian sections of the Anabar–Lena basin are presented. In the territory adjacent to the Taimyr mountain-folded system, a clinoform-like structure of the Upper Jurassic strata has been revealed, which are characterized by high thickness compared to adjacent sections in the east of this region. The lectostratotype of the Chernokhrebetnaya Formation (upper-most Lower Oxfordian—lowermost Volgian) is proposed. The most complete and continuous stratigraphic section is compiled, its litho- and chronostratigraphic correlations are given comparing to the sections of adjacent territories characterized in detail by fossil assamblages. The evidences for a new lithostratigraphic division of the territory are provided, facies zoning of sediments is clarified, a thickness chart of the Upper Bathonian—Boreal Berriasian strata of the Khatanga-Olenek interfluve is proposed.

Upper Bathonian—Lower Cretaceous, bio-, litho-, seismostratigraphy, clinoform structure, correlation, thickness analysis, Anabar–Lena sedimentary basin

введение

Морские юрские и нижнемеловые толщи в естественных выходах севера Средней Сибири и побережья моря Лаптевых в отношении стратиграфии являются наиболее изученными среди остальных систем фанерозоя. В публикациях [Басов и др., 1963; Каплан и др., 1974; Левчук, 1975; Стратиграфия..., 1976; Гольберт и др., 1981, 1983; и др.] в естественных выходах представлены эталонные и опорные разрезы севера Сибири, в том числе по рекам Чернохребетная и Подкаменная на Восточном Таймыре, характеризующие их строение, варианты расчленения, литологический состав, условия формирования, геохимию пород и рассеянного органического вещества, палеонтологическое содержание и его биостратиграфическое значение. В связи с особенностями районирования морских юрско-нижнемеловых образований [Решения..., 1981, 2004; и др.], в стратиграфических схемах традиционно отдельно рассматриваются нижне- и среднеюрские, верхнебатско-берриасские и нижнемеловые отложения.

Приведенные ниже особенности строения верхнебатско-нижнемеловых толщ вызывают дискуссии и расхождения точек зрения разных специалистов. Это обстоятельство осложняется и тем, что в

© Девятов В.П., Никитенко Б.Л. ⊠

[™]e-mail: nikitenkobl@ipgg.sbras.ru



1 OKC 1 2 3 4

Рис. 1. Обзорная схема развития верхнеюрских толщ по обрамлению Сибирской платформы и их изученность бурением и сейсмическими исследованиями.

I — отсутствие верхней юры на современном плане; *2* — буровые площади, номера скважин; *3* — сейсмические профили разных лет; *4* — границы тектонических структур [Тектоническая карта..., 2005].

естественных выходах, в связи с многочисленными пропусками в наблюдении, до настоящего времени единая стратиграфически непрерывная последовательность стратонов верхов средней юры — основания нижнего мела и их частей, а порой палеонтологическое обоснование стратиграфического положения их контактов в едином разрезе на побережье моря Лаптевых не обнаружены. За последние почти полувека изучения геологии территории юры и мела, после 3-го МРСС 1978 г. [Решения..., 1981] и обобщающей монографии [Шурыгин и др.., 2000] предложены уточненные варианты районирования отложений, расчленения, наименования стратонов, в том числе по ранее не охарактеризованным разрезам [Государственная..., 2007; Никитенко, 2009; Никитенко и др., 2013; Девятов и др., 2017]. В связи с этими обстоятельствами, значительный интерес представляют новейшие материалы по строению разрезов юры и мела скважин АХ 3, глубокой Журавлиная 1 (керн не отбирался) в Притаймырской зоне, где верхняя юра, по сейсмическим данным, сложена существенно клиноформоподобной (далее клиноформной) толщей, скв. КС 1 на м. Косистый п-ова Хара-Тумус, Хатангский залив (рис. 1).

Предварительное расчленение разреза юры и мела, вскрытого скв. АХ 3 [Девятов и др., 2017] с использованием выделения литостратонов по стратиграфической схеме [Решения...,1981], нуждается в дальнейшем изучении и совершенствовании с помощью современных данных, полученных в последние годы. Макрофаунистические определения фоссилий, обнаруженных в керне скв. АХ 3, выполнены специалистами АО «СНИИГГиМС»; комплексные исследования микрофоссилий смежных разрезов проведены в ИНГГ СО РАН. Корреляции с эталонными разрезами позволяют получить достаточно уверенные представления о стратиграфии этих разрезов. По верхнеюрским отложениям территория Хатангско-Оленекского междуречья относилась к Хатангской и Лено-Анабарской подобластям [Решения..., 1981], позднее — к Тазо-Хетскому, Хатангскому, Таймырскому, Паксинскому и Нижнеленскому районам [Шурыгин и др., 2000; Никитенко, 2009] или к Чернохребетнинско-Нордвикскому геологическому району [Легенда..., 2002; Государственная..., 2007]. Соответственно, в опубликованных и фондовых источниках отражены разные варианты литостратиграфического расчленения юры и мела Хатангско-Оленекского междуречья.

В последней, утвержденной Межведомственным стратиграфическим совещанием стратиграфической схеме юры и мела [Решения.., 1981] в изученных разрезах Анабаро-Хатангского междуречья снизу вверх обособлялись свиты, ранее установленные в Усть-Енисейском районе: точинская (в современной трактовке, верхи бата—нижняя часть верхнего келловея), сиговская (верхи келловея—нижний—верхний кимеридж) и яновстанская (верхи кимериджа—низы бореального берриаса), имеющих ограниченное развитие даже на западе Енисей-Хатангского регионального прогиба (ЕХРП). В настоящее время на основной территории ЕХРП преимущественно глинистые образования верхов бата—низов бореального берриаса обособлены в гольчихинскую свиту [Решение..., 1991]. Таким образом, парагенез «точинской-яновстанской» свит Усть-Енисейского и Анабаро-Хатангского районов оказался разделен гольчихинской свитой и отдален на расстоянии более чем 1000 км от стратотипической местности.

Неадекватность такого положения, существенные различия в литологическом составе, конструкции разрезов и возрасте толщ обусловили необходимость упразднения прежних и выделения новых литостратонов на стратиграфическом уровне точинской и яновстанской свит. Поэтому были предложены содыемихинская [Никитенко и др.., 2013], иннокентьевская и урдюк-хаинская [Никитенко, 2009] и паксинская [Гольберт и др.., 1981] свиты, границы и стратиграфические объемы которых обоснованы комплексами палеонтологических остатков в эталонных разрезах естественных выходов.

Восточнее р. Анабар разрезы верхней юры слабо изучены, особенно на геологически закрытой территории. Предполагается фрагментарное развитие нижних ярусов верхнего отдела и стратиграфические несогласия разного объема. В верховьях р. Буолкалах [Гольберт и др., 1983] и низовьях р. Оленек [Nikitenko et al., 2018] установлено залегание волжско-берриасской глинистой буолкалахской свиты на среднеюрских песчаниках чекуровской. Судя по каротажным диаграммам (керн не отбирался), на Хастахской и Чарчыкской площадях разрез построен аналогично.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В работе использованы результаты исследований естественных выходов, разрезов глубоких и колонковых скважин на территории Хатангско-Оленекского междуречья (см. рис. 1), ранее опубликованные стратиграфические и геологические данные и материалы геологической съемки. Увязка литостратиграфических тел и отражающих сейсмических горизонтов (ОГ) позволили провести интерпретацию современных сейсмических профилей общей протяженностью около 6 тыс. км с выделением сейсмокомплексов, сопоставимых с этапами седиментогенеза, получить представления об особенностях строения стратонов, вариациях их мощности на территории. Результаты анализа керна, ГИС, лито- и биостратиграфического расчленения разрезов, сейсмической картины записи служили основой для составления схем корреляции разрезов и построения схемы мощности комплекса морских осадков верхов бата—бореального берриаса, отражающих современное геологическое строение и являющиеся базой для реконструкции истории формирования толщи.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Литостратиграфия

В геологическом разрезе скв. АХ 3 (рис. 2) верхнеюрские толщи, по описанию керна, ГИС и сейсмическому разрезу (рис. 3), сложены преимущественно клиноформной толщей песчаников, которая в кровле и подошве ограничена пачками аргиллитов в разной степени алевритистых. Толща песчаников включает пачки алевролитов, реже аргиллитоподобных глин, насыщена включениями глауконита, отчего приобретает зеленоватый оттенок и описана в районе развития как чернохребетнинская свита мощностью 322 м со ссылкой на авторство М.С. Месежникова и Г.Н. Карцевой (по р. Чернохребетная, Восточный Таймыр). В опубликованном варианте литостратиграфического расчленения юры эта свита подстилается аргиллитами точинской (келловей, 120 м), а перекрывается аргиллитами паксинской свиты (средняя волга—валанжин, 25—100 м) [Государственная..., 2007]. Хотя ни в одном из известных там местонахождений верхняя часть свиты и ее границы фактически не обнажены [Месежников, 1984]. Стратиграфическое положение чернохребетнинской свиты указано как верхний келловей—оксфорд—кимеридж.

Несмотря на пропуски в изучении разреза на р. Чернохребетная, там установлены предположительно верхний бат, средний (слои с *Rondiceras milaschevici*) и верхний (зона Eboraciceras siibordinarium) подъярусы келловея, нижний (зоны Cardioceras obliteratum, Cardioceras gloriosum, Cardioceras percaelatum, Cardioceras cordatum) и верхний (зоны Amoeboceras alternoides, Amoeboceras alternans, Amoeboceras ravni) оксфорд, нижний (зона Amoeboceras kitchini) и верхний (зона Aulacostephanus eudoxus) кимеридж [Стратиграфия..., 1976; Меледина, Алейников, 1995]. Причем соотношение ранее описанной мощности келловея и оксфорда [Каплан и др., 1974; Стратиграфия..., 1976; Левчук, 1985] сопоставимы с разрезом скв. АХ 3 соответственно: келловей 107—130 и около 200 м, оксфорд 96—152 и около 175 м. Тогда как мощность кимериджского яруса, ранее оцененная 129—200 м, составляет в скважине около 600 м.

В изученных обнажениях левобережья Хатангского залива волжские слои неизвестны. В бассейне р. Подкаменная, по М.С. Месежникову [1984], они, видимо, скрыты под многолетними снежниками,





I — аммониты; *2* — двустворки; *3* — песчаник; *4* — алевролит; *5* — аргиллит; *6* — глендониты; *7* — мегакласты (обломки, галька, гравий); *8* — линзы, прослойки углей; *9* — высокоуглеродистые породы; *10* — глауконит.





I — сейсмические отражающие горизонты и их индексы (II_a⁰ — близ кровли нижнепаксинской подсвиты; T₁ — близ кровли юрюнттумусской свиты; III — близ подошвы юрских отложений; VI — близ кровли пермских отложений); 2 — границы свит; 3 — крупные разломы; 4 — положение глубоких скважин на профиле. поскольку на бичевнике собраны превосходной сохранности *Dorsoplanites* spp., *Laugeites parvus*, что свидетельствует о присутствии средневолжских осадков.

В связи со сложностью изучения фрагментов чернохребетнинской свиты по естественным выходам стратотипической местности, отсутствием там верхних слоев и контакта с перекрывающими отложениями, по [Левчук, 1985; и др.], согласно положениям Стратиграфического кодекса [2019], непрерывный разрез, вскрытый скв. АХЗ, после тщательного комплексного изучения может рассматриваться в качестве лектостратотипа чернохребетнинской свиты.

Свита распространена на левобережье Хатангского залива. В разрезе скв. АХЗ, по которому приведено описание, свита подстилается иннокентьевской и юрюнгтумусской свитами, перекрывается паксинской (см. рис. 2).

Юрюнгтумусская свита (1943—1616 м) средней юры распространена на Анабаро-Хатангском междуречье [Решения..., 1981]. В скважине АХ 3 верхняя ее часть сложена песчаниками полевошпатовокварцевыми, слюдистыми, тонкомелкозернистыми, серыми. Слоистость горизонтальная, волнистая, косая, подчеркнута намывами слюды и углефицированного растительного детрита, со следами взмучивания осадка. Отмечены редкие остатки раковин двустворок плохой сохранности *Maclernia* sp. ind., *Pleuromya* sp. ind., *Arctica* sp. ind., ростры белемнитов, обломки древесины, зерна пирита. Граница песчаников юрюнгтумусской и аргиллитов иннокентьевской свит проведена по керну и ГИС на глубине 1616 м.

Иннокентьевская свита (инт. 1616.0—1525.7 м, мощность 90.3 м) по строению и составу близка к таковой в стратотипической местности (о. Б. Бегичев [Никитенко, 2009]), представлена темно-серыми аргиллитами вверх по разрезу, сменяющимися алевролитами в разной степени глинистыми. Аргиллиты алевритистые темно-серые с зеленоватым оттенком с редкими прослоями до 1 м алевролитов зеленовато-серых. Нередки карбонатные конкреции бурого цвета со скоплениями раковин бат-келловейских двустворок, белемнитов, аммонитов и пирита. На глубине 1539 м аргиллиты с запахом битума (5 мм). На глубине 1547—1548 м крупные звездчатые сростки кристаллов темно-коричневого кальцита (глендониты). В толще встречена макрофауна келловея и основания оксфорда. Граница иннокентьевской и вышележащей чернохребетнинской свит достаточно условная, существенные изменения разреза отмечаются на глубине 1525.7 м по появлению первого пласта песчаников, насыщенного глауконитом, — характерной особенностью, залегающей выше чернохребетнинской свиты.

Чернохребетнинская свита (инт. 712.2—1525.7 м, мощность 813.5 м) сложена преимущественно зеленовато-серыми, серыми песчаниками с пачками алевролитов и пластами аргиллитов. Переходы между разными классами пород обычно постепенные, но на границах карбонатных прослоев нередко четкие, резкие. Отличительной особенностью разреза является насыщенность пород глауконитом, обусловливающая их окраску. Стратиграфический объем свиты определен как верхи нижнего—среднего оксфорда—низы верхневолжского подъяруса. Близкая по строению клиноформная верхнесиговская подсвита (верхи оксфорда—нижний—верхний кимеридж) северо-востока Западной Сибири и, вероятно, клиноформы верхней юры на северном борту системы Рассохинско-Балахнинских мегавалов (по сейсмическим данным) являются следствием близких во времени тектоноседиментационных процессов.

По соотношению преобладающих классов пород свиту можно разделить на три подсвиты.

Нижняя подсвита (инт. 1525.7—1302.2 м, мощность 223.5 м) сложена двумя прорециклитами (по Ю.Н Карогодину [1980]) с четкими нижними границами. В основании циклитов базальные глауконитовые песчаники серые, в разной степени алевритовые от мелко- до среднезернистых, быстро переходящие в алевролиты темно- и зеленовато-серые песчанистые или глинистые с подчиненным количеством пластов и прослоев зеленовато-серых песчаников и реже аргиллитов. Вверх по разрезу количество песчаного материала возрастает. По керну и интерпретации ГИС отмечаются нередкие конкреционные известковистые прослои бурого цвета до 1 м мощностью, с большим количеством остатков морских организмов оксфордского облика в нижней части, следов жизнедеятельности, как и по всему разрезу. В толще встречены верхнеоксфордские и нижнекимериджские аммониты и двустворки плохой сохранности. По ГИС подсвита отличается повышенными значениями дифференцированной кривой гамма-каротажа (ГК; 8—17 мкР/ч).

Средняя подсвита (1302.2—914.0 м, мощность 388.2 м) представлена преимущественно песчаниками серыми, темно-зеленовато-серыми массивными или со слоистостью, близкой к субгоризонтальной за счет изменения гранулометрического состава. Относительно редки карбонатные прослои, пласты алевролитов, более частые в основании разреза. По всему интервалу отмечаются включения глауконита, редкие остатки кимериджской макрофауны, в нижней части встречаются звездчатые стяжения кальцита (глендониты). По гамма-каротажу (ГК) подсвита отличается достаточно низкими значениями (~10 мкР/ч).

Верхняя подсвита (914—712 м, мощность 202 м) в нижней половине сложена алевролитами, местами грубослоистыми темно-серыми в разной мере глинистыми до аргиллитов, которые доминируют в средней части разреза. Верхняя треть разреза представлена глауконитовыми песчаниками мелкозернистыми, темновато-серыми, массивными со следами взмучивания осадка. В самом верху скопления уплощенной щебенки аргиллитов размером до 12 мм, обломки раковин двустворок. По всему разрезу встречаются остатки макрофоссилий, стратиграфическое положение некоторых определено верхним кимериджем, отпечатки растений, карбонатные конкреции буро-коричневого цвета (до 10 см). Значения кривой ГК варьируют от 9 до 17 мкР/ч в средней части.

В восточном направлении (скважин КС 1, Сындасская и др.) чернохребетнинская свита быстро утончается и замещается **урдюк-хаинской** свитой мощностью до 100 м. Это преимущественно аргиллиты серые, темно-серые до черных, зеленоватые с прослоями алевролитов и песчаников коричневатых и зеленовато-серых за счет включений глауконита. Встречаются обломки минерализованной древесины, сидеритовые конкреции.

Паксинская свита (инт. 712—360 м, мощность 352 м) представлена аргиллитами в разной степени алевритистыми и глинистыми алевролитами, темно-серыми, преимущественно массивными (нижняя подсвита). Слойки черных аргиллитов (единично зеленовато-серых) придают разрезу слоистость, близкую к горизонтальной до линзовидной. Вверх по разрезу породы сменяются алевролитами в разной степени глинистыми (верхняя подсвита), вверху со звездчатыми сростками кальцита. Встречаются прослои буроватых известковистых пород, обломки и целые раковины двустворок. В нижней подсвите встречены раковины двустворок: *Buchia* spp., в верхней найден *Entolium* ex gr. *nummulare*. Низы свиты, вероятно, размыты с несколькими следами перемыва осадка (см. рис. 2). Нижняя подсвита отличается максимальными в разрезе значениями гамма-каротажа (> 15 мкР/ч). Верхняя граница проведена по смене состава пород и резкому падению значений ГК (до 6—8 мкР/ч).

Перекрываются описанные толщи прибрежно-морскими образованиями низов тигянской свиты (балагачанская пачка) — преимущественно песчаники серые и темно-серые алевритовые, с пластами тонкого переслаивания алевролитов и аргиллитов, в прослойках карбонатизированные, с редкими фаунистическими и флористическими остатками плохой сохранности. Слоистость выражена слабо от субгоризонтальной и линзовидной до мелкой градационной. Встречаются обломки древесины, линзочки и прослойки углей, звездчатые сростки кальцита (глендониты). В основании свиты обособляется балагачанская пачка (около 20 м) серо-коричневых глинистых алевролитов с обломками древесины. Встречены двустворки плохой сохранности *Buchia* sp., *Inoceramus* sp. В отличие от подстилающих пород свита характеризуется пониженными значениями сильнодифференцированной кривой ГК (6—11 мкР/ч).

Корреляции

Корреляция разреза верхов бата — неокома, вскрытого скв. АХ 3 с упомянутыми выше эталонными разрезами позволяет сделать вывод об единых этапах становления синхронных толщ и отражает резкое сокращении мощности этих тел от западного борта Хатангского залива к низовьям р. Оленек, а также значительные пропуски в обнаженности стратонов в разрезах естественных выходов от р. Чернохребетная до р. Анабар, Анабарского залива, п-ова Нордвик и о. Бол. Бегичев, в отличие от разреза скв. АХ 3 (рис. 4). Последнее обстоятельство позволяет рекомендовать этот разрез в качестве основного опорного разреза для тщательного биостратиграфического изучения и детализации стандартной шкалы верхней юры севера Сибири. Кроме того, анализ генезиса и мощности отложений в синтезе с полнотой хроностратиграфических подразделений дает возможность более детально охарактеризовать геологическое развитие территории севера Сибири в рассматриваемые эпохи.

Из-за разной степени обнаженности разрезов естественных выходов, перерывов в наблюдении трудно судить о изменениях мощности отдельных стратонов. Незначительные колебания полной мощности в колонковых скважинах характерны для иннокентьевской (79—90 м) и паксинской свит (до 352—360 м). Большие значения мощности отмечены только для чернохребетнинской свиты по сравнению с ее возрастными аналогами на востоке: от 814 м (АХ 3) до 102 м (КС 1) и до 60 м (скв. Восточная 3, 4). Аналогичным образом с запада на восток снижаются значения мощности почти всех ярусов.

Фациальный состав изохронных подразделений, обеспечивающий разнообразие литостратонов, меняется существенно. Преимущественно глинистые иннокентьевская и паксинская свиты в восточном направлении содержат все меньше алевритовых прослоев. Песчаники и алевролиты чернохребетнинской свиты замещаются урдюк-хаинскими аргиллитами и алевролитами с прослоями песчаников. Таким образом, снижению значений мощности свит в восточном направлении отвечает в целом уменьшение гранулометрического состава пород.

Сейсмостратиграфия

Скважина Журавлиная 1 пробурена на пересечении региональных сейсмических профилей 5109307 и 321204, рядом (6.5 км на CB) с колонковой скв. АХ 3 (см. рис. 3). Годограф первой тождествен таковому для разрезов глубоких скважин территории, что позволяет с достаточной мерой уверенности провести геологическую интерпретацию сейсмической записи. Толща верхов бата—бореального



Рис. 4. Корреляция разрезов (A), фациальное районирование (B), сопоставление свит разных фациальных зон (B), изменения мощности (Γ) бат-неокомских разрезов Анабаро-Ленского осадочного бассейна и палеогеография Анабаро-Ленского региона в конце поздней юры и начале мела (\mathcal{A}).

1, 2 — границы: *1* — свит, 2 — ярусов; 3 — границы фациальных зон; 4 — линия корреляции разрезов (*a*), изученные разрезы (*б*). Остальные усл. обозн. см. на рис. 2.

берриаса на сейсмических профилях отвечает сейсмокомплексу, расположенному между отражающими горизонтами T_1 (кровля юрюнгтумусской свиты) — II_a^0 (кровля нижнепаксинской подсвиты). Судя по идентичному поведению кривых каротажа разрезов Журавлиная 1 и АХ 3, на куполе Журавлиной структуры в скв. 1 размыта верхняя часть верхнеюрских отложений вплоть до верхов чернохребетнинской свиты (верхи верхнего кимериджа). На сейсмических профилях отчетливо проявлено клиноформное строение верхнего отдела юрской системы на левобережье Хатангского залива (угол падения на временных разрезах до $\geq 1.5^{\circ}$) и резкое снижение мощности верхней юры в восточном направлении. Анализ сейсмических материалов позволил оконтурить разрез клиноформы западным бортом Анабаро-Хатангской седловины, включая на северо-востоке Бегичевскую котловину [Тектоническая карта..., 2005], уточнить положение границ фациальных зон и особенности их строения (см. рис. 4).

На западе клиноформный сейсмокомплекс T_1 - Π_a^0 ограничен современной Таймырской горноскладчатой областью, ее фрагменты (часть ундаформы) отражены, судя по мощности, на субмеридиональных сейсмических профилях между Таймыром и горстами Осиповско-Владимировской тектонической зоны. На юг она прослежена до Сопочно-Тигянского надвига. В акватории моря Лаптевых клиноформные образования, судя по интерпретации сейсмических разрезов, размыты на современных горстах. Таким образом, в целом верхнеюрская клиноформа контролируется системой крупных дизьюнктивных нарушений. Мощность сейсмокомплекса в Боганидско-Жданихинском мегапрогибе ЕХРП также повышена (до 700 и более м), но клиноформоподобная сейсмическая запись весьма пологая, что обычно связывалось с образом гольчихинской свиты.

Схема мощностей верхов средней юры и основания бореального берриаса

Несмотря на некоторую условность, мощность верхнебатско-нижнемеловых толщ, установленная по разрезам скважин и естественных выходов, интерпретированная по сейсмическим разрезам, ее тектонические ограничения (рис. 5) иллюстрируют самостоятельный тектоноседиментационный этап развития осадочного бассейна, отражающий верхоянскую фазу тектогенеза складчатых областей [Девятов, 2022]. Контур клиноформного комплекса, нарушенный пост- и синседиментационными тектоническим процессами, отличается наивысшими значениями мощности (> 300 м), превышая 1000 м на северозападе территории, и продолжается в Боганидо-Жданихинском прогибе ЕХРП. В акватории моря Лаптевых сейсмокомплекс T₁-II⁰_a размыт на горстах северо-западного простирания, что не исключает при-



Рис. 5. Генерализованная схема мощности верхов средней юры—основания бореального берриаса.

1 — зоны отсутствия толщ верхов средней юры и основания бореального берриаса; 2 — скважины (см. рис. 1); 3 — линии изопахит и их значение; 4 — направление постседиментационного размыва отложений; 5 — основные тектонические нарушения; 6 — сейсмические профили разных лет. сутствия там его в смежных грабенах. Основная же восточная часть территории Северо-Сибирской низменности являлась, по сути, моноклиналью, где формировались осадки мощностью до 150 м и менее, что предполагает развитие на основной территории Лено-Анабарского мегапрогиба стратонов Нордвикской фациальной зоны. На восточном замыкании мегапрогиба можно предполагать приподнятую зону между Оленекским сводом и Усть-Ленским выступом, где зафиксированы стратиграфические хиатусы и залегание буолколахской свиты на среднеюрских отложениях [Гольберт и др., 1983; Nikitenko et al., 2018].

Анализ схемы мощности отложений дает основание полагать, что наиболее оживленным источником обломочного материала служили горно-складчатые образования Таймыра, а менее активным — Сибирская платформа. Резкие перепады мощности верхнеюрских, как и всех юрских и меловых отложений [Девятов, 2022], усложняют представления о современном строении и истории развития Анабаро-Хатангской седловины. Территория севернее системы поднятий на побережье моря Лаптевых (Дюлюнг-Юрехского, Усть-Оленекского, Прончищевского, Сопочно-Тигянского валов и разломов) представляет собой, вероятно, самостоятельную напряженную зону тектонического сжатия, обусловленного лаптевоморскими надвигами, с которыми могут быть связаны соляные штоки и дайки Нордвикской, Кожевниковской и других площадей [Матухин, 1991; и др.].

Секвенс- и литмостратиграфия

Первый тип секвенсов выделяется в объеме иннокентьевской и чернохребетнинской свит, ограниченных сейсмическими или седиментационными признаками несогласий. Этот интервал содержит в целом трансгрессивную полосу осадков иннокентьевской свиты и чернохребетнинский парасеквенс низкого стояния, хотя фациальный анализ разреза свидетельствует о более сложных «колебаниях» уровня моря. Аналогично построен и перекрывающий верхнеюрско-неокомский секвенс. В обоих случаях тракты высокого стояния приурочены к нижним частям иннокентьевской и паксинской свит.

Структуру секвенций определяют не только колебания уровня морей, а множество других факторов и(или) их совокупность [Позаментьер, Аллен, 2014], поэтому терминология и концепция секвенсстратиграфии, основанная на колебаниях уровня моря, должны быть переработаны для конкретных геолого-географических условий, как и их терминология.

Относительно низкое качество сейсмических профилей (в том числе из-за нахождения верхнеюрских отложений в зоне аномальных скоростей), фрагментарность описания разрезов естественных выходов ограничивают возможность отождествления тех или иных седиментационных трактов, их прослеживание по площади.

Пользуясь терминологией литмостратиграфии [Карогодин, 1980], секвенции в колонковых скважинах отвечают прорециклитам разного масштаба с соотношением прогрессивной части к регрессивной от 1:3 в иннокентьевской свите (до 1:1 в паксинской) и нижней подсвиты чернохребетнинской свиты, до 1:7 в средней и верхней подсвитах последней.

Секвенс- и литмостратиграфический методы исследований отражают тектонический, эвстатический, климатический факторы, а целом изменение массы и состава захороненного обломочного материала на различных участках территории (см. рис. 2), подчеркивают лавинный характер накопления клиноформной чернохребетнинской свиты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Новые материалы бурения, сейсморазведки, доизучения естественных выходов верхней юры и нижнего мела Анабаро-Хатангского осадочного бассейна и прилегающих территорий в XXI в. позволяют по-новому оценить стратиграфию, особенности строения, состава и районирование разрезов. Удаленность и разобщенность ранее выделяемых точинской, сиговской, яновстанской свит в Хатангско-Анабарском междуречье [Решения..., 1981] от одноименных свит низовьев р. Енисей, существенные различия в литологическом составе, в конструкции разрезов и возрасте толщ этих участков обусловили необходимость пересмотра расчленения и установления новых литостратонов на Анабаро-Хатангской седловине (Нордвикская, Восточно-Таймырская фациальные зоны). Предложены чернохребетнинская, содыемихинская, иннокентьевская, урдюк-хаинская и паксинская свиты, границы и диагностика которых довольно детально обоснованы комплексами палеонтологических остатков в естественных выходах и по керну скважин.

На северо-западе Анабаро-Хатангской седловины, по интерпретации сейсмических профилей, выявлено клиноформное строение толщ верхней юры. В скважине АХ 3 этого участка установлен наиболее полный и непрерывный разрез, позволяющий уточнить стратификацию юрско-неокомских литостратонов, изученных фрагментами в разрезах конкретных обнажений. Дана характеристика местных стратиграфических подразделений наиболее представительного бат-неокомского разреза по скв. АХ 3, который может рассматриваться в качестве лектостратотипа разреза чернохребетнинской свиты в объеме оксфорда—низов волжского яруса. Чернохребетнинская клиноформная свита преимущественно песчаного состава и большой мощности пород развита вдоль Таймырской горно-складчатой системы, которая служила основным поставщиком обломочного материала. В южном направлении свита замещается существенно-глинистыми породами клиноформоподобной гольчихинской свиты, а на востоке сменяется «фондоформными», менее песчаными фациями с одновременно резким сокращением мощности одновозрастных литостратонов и ярусов верхнего отдела юрской системы вплоть до отсутствия келловейского и оксфордского ярусов в низовьях р. Оленек.

Анализ корреляции разрезов с использованием сейсмических материалов и составленная схемы мощности отложений дают основание судить об интенсивных в поздней юре тектоноседиментационных процессах, погружения ложи осадочного бассейна на северо-западе Анабаро-Хатангской седловины (и Боганидо-Жданихинском прогибе), в отличие от ее восточных частей и Лено-Анабарского мегапрогиба, представляющих собой в то время относительно стабильную моноклиналь. Область севернее системы линейных складок побережья моря Лаптевых, оконтуренных крупными разломами, является обособленной, еще слабоизученной территорией, испытавшей стрессовые тектонические напряжения. Современный тектонический план территории обусловлен верхоянской и последующими этапами кайнозойской складчатости. Формирование верхнеюрского клиноформного комплекса, отличающегося лавинной седиментацией на многих участках обрамления севера Сибирской платформы [Девятов, 2022], позволяет рассматривать эту стадию инициальной частью верхоянской фазы тектогенеза ее складчатых областей.

Авторы искренне признательны В.А. Каширцеву и В.В. Сапьянику за плодотворные дискуссии и комментарии, способствовавшие улучшению рукописи.

Исследования выполнены при поддержке проектов РНФ: № 22–17–00054, № 19-17-00091-П и научно-методическом сопровождении ФНИ (FWZZ-2022–0005).

ЛИТЕРАТУРА

Басов В.А., Захаров В.А., Месежников М.С., Юдовный Е.Г. Новые данные по стратиграфии юрских отложений Восточного Таймыра // Учен. зап. НИИГА. Региональная геология, 1963, вып. 1, с. 157—164.

Гольберт А.В., Булынникова С.П., Григорьева К.Н., Девятов В.П., Захаров В.А., Казаков А.М., Климова И.Г., Решетникова М.А., Санин В.Я., Турбина А.С. Опорный разрез неокома севера Сибирской платформы. Новосибирск, СНИИГГИМС, 1981, т. 1, 99 с., т. 2, 135 с.

Гольберт А.В., Климова И.Г., Булынникова С.П., Девятов В.П., Турбина А.С. Морские волжские и неокомские отложения бассейна р. Буолкалах (Арктическая Якутия). // Геология и нефтегазоносность мезозойских седиментационных бассейнов Сибири. Новосибирск, Наука, 1983, с. 48—58.

Государственная геологическая карта Российской Федерации. М-б 1:1 000 000 (третье поколение). Лист S-49, Хатангский залив. Объяснительная записка. СПб, Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ, 2007, 314 с.

Девятов В.П. Эволюция терригенного седиментогенеза (СЗ-К) Лено-Хатангского междуречья (север Сибирской платформы) // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири, 2022, № 3 (51), с. 17—29, doi: 10.20403/2078-0575-2022-3-17-29.

Девятов В.П., Никитенко Б.Л., Павлухин И.С. Верхнеюрский клиноформный комплекс Хатангского района // Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии. VII Всероссийское совещание. Москва, 18—22 сентября 2017 г. М., ГИН РАН, 2017, с. 47—52.

Каплан М.Е., Князев В.Г., Меледина С.В., Месежников М.С. Юрские отложения мыса Цветкова и р. Чернохребетной, Восточный Таймыр // Биостратиграфия бореального мезозоя. Новосибирск, Наука, 1974, с. 66—82. (Тр. ИГиГ СО АН СССР, вып. 136).

Карогодин Ю.Н. Седиментационная цикличность. М., Недра, 1980, 242 с.

Левчук М.А. Литология и перспективы нефтегазоносности юрских отложений Енисей-Хатангского прогиба. Новосибирск, Наука, 1985, 167 с.

Легенда Анабарской серии листов государственной геологической карты Российской Федерации м-ба 1: 200 000 (новая серия) / Под ред. Е.П. Миронюка, М.С. Мащака. СПб., ВСЕГЕИ, 2002, с. 136—141.

Матухин Р.Г. Девон и нижний карбон Сибирской платформы. Новосибирск, Наука, 1991, 164 с.

Меледина С.В., Алейников А.Е. Зональная шкала келловея и пограничных отложений оксфорда Восточной Сибири по аммонитам // Геология и геофизика, 1995, т. 36 (3), с. 3—14.

Месежников М.С. Кимериджский н волжский ярусы севера СССР. Л., Недра, 1984, 224 с.

Никитенко Б.Л. Стратиграфия, палеобиогеография и биофации юры Сибири по микрофауне (фораминиферы и остракоды). Новосибирск, Параллель, 2009, 680 с.

Никитенко Б.Л., Шурыгин Б.Н., Князев В.Г., Меледина С.В., Дзюба О.С., Лебедева Н.К., Пещевицкая Е.Б., Глинских Л.А., Горячева А.А., Хафаева С.Н. Стратиграфия юры и мела Анабарского района (Арктическая Сибирь, побережье моря Лаптевых) и бореальный зональный стандарт // Геология и геофизика, 2013, т. 54 (8), с. 1047—1082.

Позаментьер Г.В., Аллен Дж.П. Секвенсная стратиграфия терригенных отложений. Основные принципы и применение. Ижевск, Изд-во Института компьютерных исследований, 2014, 436 с.

Решения 3-го Межведомственного регионального стратиграфического совещания по мезозою и кайнозою Средней Сибири. / Ред. В.Н. Сакс. Новосибирск, СНИИГГиМС, 1981, 91 с.

Решение 5-го Межведомственного регионального стратиграфического совещания по мезозойским отложениям Западно-Сибирской равнины / Ред. И.И. Нестеров. Тюмень, ЗапСибНИГНИ, 1991, 55 с.

Решение 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири / Ред. Ф.Г. Гурари. Новосибирск, СНИИГГиМС, 2004, 114 с.

Стратиграфия юрской системы Севера СССР / Ред. В.Н. Сакс. М., Наука, 1976, 437 с.

Стратиграфический кодекс России / Ред. А.И. Жамойда. СПб, Изд-во ВСЕГЕИ, 2019, 96 с.

Тектоническая карта нефтегазоносных провинций Сибирской платформы / Ред. В.С. Старосельцев. М-б 1:5 000 000. Новосибирск, СНИИГГиМС, 2005.

Шурыгин Б.Н., Никитенко Б.Л., Девятов В.П., Ильина В.И., Меледина С.В., Гайдебурова Е.А., Дзюба О.С., Казаков А.М., Могучева Н.К. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Юрская система. Новосибирск, Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2000, 481 с.

Nikitenko B.L., Pestchevitskaya E.B., Khafaeva S.N. High-resolution stratigraphy and palaeoenvironments of the Volgian-Valanginian in the Olenek key section (Anabar-Lena region, Arctic East Siberia, Russia) // Revue de Micropaléontol., 2018, v. 61, p. 271—312, doi: 10.1016/j.revmic.2018.07.001/.