

УДК 550.382:551.763.1 (571.1)
DOI: 10.18799/24131830/2024/9/4672
Шифр специальности ВАК: 1.6.9

Магнитостратиграфия верхнеюрских и нижнемеловых отложений Большехетской структурной террасы

А.Ю. Колмаков^{1✉}, В.П. Меркулов², А.С. Семенова¹, Е.Н. Осипова²

¹ Национальный исследовательский Томский государственный университет, Россия, г. Томск

² Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия, г. Томск

✉ antokolmakov@mail.ru

Аннотация. *Актуальность* исследования обусловлена приуроченностью месторождений углеводородов к определенным стратиграфическим горизонтам, слабой изученностью северо-востока Западной Сибири и сопредельных территорий, в том числе и магнитостратиграфическим методом, при их потенциальной нефтегазоносности (за последние 10 лет здесь открыты четыре уникальных по запасам месторождения углеводородов), бореальным характером отложений и необходимостью их магнитостратиграфических корреляций. *Цель:* создать опорный магнитостратиграфический разрез северо-востока Западной Сибири. *Объекты:* разрезы глубоких скважин Пендомаяхской, Восточно-Сузунской, Восточно-Лодочной и Горчинской площадей Большехетской структурной террасы, вскрывших нижнемеловые и верхние части верхнеюрских (яновстанская свита) отложений. *Методы.* Палеомагнитные исследования проводились по стандартным методикам и включали в себя отбор образцов керн с ориентацией «верх-низ», пробоподготовку (каппаметрия, разметка образцов, фотографирование, распиловка), временную чистку (неделю образцы лежали по полю, неделю – против поля с определением остаточной намагниченности), полное размагничивание переменным магнитным полем, построение графиков полного размагничивания, массовую чистку, определение компонентов естественной остаточной намагниченности, оценку палеомагнитной стабильности, выявление зон прямой и обратной полярности, построение палеомагнитных разрезов. Для построения магнитостратиграфических разрезов, приведенных в данной статье, произведена увязка палеомагнитных и биостратиграфических данных. Для этого были выявлены магнитохроны с помощью биостратиграфического анализа. *Результаты.* Составлен сводный магнитостратиграфический разрез пограничных юрско-меловых отложений Большехетской структурной террасы, выявлено четыре магнитозоны с подзонами прямой и обратной полярности, сопоставленные с зональной аммонитовой шкалой берриаса. Отмечена высокая информативность результатов магнитостратиграфических исследований в бореальных условиях.

Ключевые слова: граница между юрскими и меловыми отложениями, магнитостратиграфия, биостратиграфия, расчленение и корреляция разрезов, Большехетская структурная терраса, Западная Сибирь

Для цитирования: Магнитостратиграфия верхнеюрских и нижнемеловых отложений Большехетской структурной террасы / А.Ю. Колмаков, В.П. Меркулов, А.С. Семенова, Е.Н. Осипова // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2024. – Т. 335. – № 9. – С. 191–202. DOI: 10.18799/24131830/2024/9/4672

UDC 550.382:551.763.1 (571.1)
DOI: 10.18799/24131830/2024/9/4672

Magnetostratigraphy of the Upper Jurassic and Lower Cretaceous deposits of the Bolshekhetskaya structural terrace

A.Yu. Kolmakov^{1✉}, V.P. Merkulov², A.S. Semenova¹, E.N. Osipova²

¹ National Research Tomsk State University, Tomsk, Russian Federation

² National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russian Federation

✉ antokolmakov@mail.ru

Abstract. Relevance. The confinement of hydrocarbon deposits to certain stratigraphic horizons, poor knowledge of the northeast of Western Siberia and adjacent territories, including the magnetostratigraphic method, with their oil and gas potential (over the past 10 years, four unique hydrocarbon deposits have been discovered here), the boreal nature of the deposits, and the need for remote magnetostratigraphic correlations. **Aim.** To create a magnetostratigraphic reference section of the northeast of Western Siberia. **Objects.** Sections of deep wells of the Pedomayakhskaya, Vostochno Suzunskaya, Vostochno Lodochnaya and Gorchinskaya areas of the Bolshekhetskaya structural terrace, which exposed the Lower Cretaceous and upper parts of the Upper Jurassic (Yanovstan Formation) deposits. **Methods.** Paleomagnetic studies were carried out according to standard methods and included sampling of core samples with an "up-down" orientation, sample preparation (kappametry, marking of samples, photographing, sawing), measurement of magnetic susceptibility, temporary cleaning (the samples were located along the field during a week, then a week-against the field with determination of residual magnetization), complete demagnetization by alternating magnetic field, plotting of complete demagnetization, mass cleaning, determination of components of natural residual magnetization, assessment of paleomagnetic stability, identification of forward and reverse polarity zones, construction of paleomagnetic sections. To construct the magnetostratigraphic sections given in this article, the paleomagnetic and biostratigraphic data are linked. For this purpose, magnetochrons were identified using biostratigraphic analysis. **Results.** The authors have compiled a composite magnetostratigraphic section of the boundary Jurassic-Cretaceous deposits of the Bolshekhetskaya structural terrace and identified four magnetozones with subzones of direct and reverse polarity, compared with the Berriasian ammonite scale. The high information content of the results of magnetostratigraphy research under boreal conditions was noted.

Keywords: Jurassic-Cretaceous boundary, magnetostratigraphy, biostratigraphy, subdivision and correlation of sections, Bolshekhetskaya structural terrace, Western Siberia

For citation: Kolmakov A.Yu., Merkulov V.P., Semenova A.S., Osipova E.N. Magnetostratigraphy of the Upper Jurassic and Lower Cretaceous deposits of the Bolshekhetskaya structural terrace. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering*, 2024, vol. 335, no. 9, pp. 191–202. DOI: 10.18799/24131830/2024/9/4672

Введение

Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция (НГП) является уникальным геологическим образованием. Кроме огромных запасов углеводородов (УВ), она характеризуется закономерным изменением в латеральном направлении мощности нефтематеринской баженовской свиты, в субмеридиальном направлении – фазового состава и степени концентрирования УВ, возраста вмещающих осадочных пород и др.

В южной части Западной Сибири преобладают небольшие преимущественно нефтяные месторождения, локализованные в юрских отложениях и на юго-востоке Западно-Сибирской НГП в доюрском фундаменте. Самые северные территории преимущественно газовые, как правило, в меловых отложениях, с уникальными по запасам месторождениями и самой высокой степенью концентрированности этих запасов. По состоянию на 1994 г. на севере Западной Сибири «77,9 % разведанных запасов газа содержится в 18 уникальных месторождениях» из 40 открытых [1].

В результате интенсивной разработки месторождений к настоящему времени в них остались в основном трудно извлекаемые запасы (ТРИЗ), требующие для извлечения УВ из скважин специальные технологии, дополнительные ассигнования и временные затраты.

В случае долгосрочной перспективы в нефтяной и газовой отраслях обозначаются свои приоритетные направления восполнения минерально-сырьевой базы России. В нефтяной отрасли это, конечно, всестороннее изучение нефтематеринской

баженовской свиты как носителя сланцевой нефти, геофизического репера [2, 3]. Приоритетным направлением в газовой отрасли являются поиски новых месторождений в слабо изученной шельфовой части и на прилегающей суше Арктической зоны Западной Сибири [4]. За последнее десятилетие именно здесь было открыто четыре уникальных по запасам УВ месторождения. Продвижение поисковых работ в северном направлении определяет востребованность информации о стратиграфической, в том числе и магнитостратиграфической, корреляции осадочных толщ.

Большехетская структурная терраса в геофизических полях

Большехетская структурная терраса с локализованными в ней Лодочным, Ванкорским и Сузунским месторождениями УВ располагается в северо-восточной части Западно-Сибирской НГП. Большехетская структурная терраса и прилегающие территории севера Западной Сибири слабо изучены глубоким бурением, поэтому значительная часть геологической информации получена с использованием результатов интерпретации геофизических материалов, прежде всего сейсморазведки.

На рис. 1 представлена структурная карта зоны сочленения Гыданской нефтегазоносной области (НГО) Западно-Сибирской НГП и Енисей-Хатангской НГО Лено-Тунгусской НГП по отражающему горизонту М (кровля малохетской свиты, нижний мел, апт) [5–7]. Основанием же наиболее продуктивного (в регионе) неокомского (берриас-нижнеаптского) мегакомплекса является отражаю-

щий горизонт Б. На основной части Западной Сибири это баженовская свита, в рассматриваемом регионе, в том числе и в пределах Большехетской структурной террасы, – это яновстанская свита. Яновстанская свита, в отличие от своего временного аналога, более мощная и отличается ухудшением отражательной способности сейсмических волн.

Из надпорядковых тектонических элементов по отражающему горизонту М наиболее ярко, интенсивной отрицательной аномалией, выделяется Большехетская мегасинеклиза (рис. 2), ограниченная с севера Мессояхской грядой поднятий, а с востока – Большехетской структурной террасой. Характерные для пород неокомского мегакомплекса клиноформные структуры обнаруживаются по сейсмическим данным преимущественно к северу от Мессояхской гряды. На месторождениях Большехетской структурной террасы по сейсмическим данным клиноформы не обнаруживаются и отложения нижнехетской и суходудинской свит представлены плоскопараллельными шельфовыми пластами. По сейсмическим данным нет клиноформ и в Таймырской антеклизе. Отсутствие клиноформ представляется благоприятным условием для использования магнитостратиграфических исследований для корреляции осадочных отложений на больших территориях, так называемых удаленных корреляций. Большехетская мегавпадина, локальные поднятия Большехетской структурной террасы и Таймырской антеклизы образовались преимущественно в постсеноманский период.

Ценную информацию о расположении месторождений УВ в регионе можно получить также из результатов аэрогеофизических исследований гравитационного и магнитного полей [8]. Оба метода отображают преимущественно физические неоднородности фундамента: гравиразведка, потому что это самый глубинный метод (из методов потенциальных полей) и граница «осадочный чехол – фундамент» самая градиентная по плотности; магниторазведка, потому что осадочный чехол практически немагнитный для аэросъемки и значимые для аэросъемки петромагнитные неоднородности локализованы в фундаменте. Отметим следующие выявленные закономерности.

Аномалии магнитного и гравитационного полей хорошо согласуются между собой. Наиболее интенсивной линейной аномальной зоной отображается Уренгойско-Колготорский грабен-рифт, пересекающий всю Западносибирскую НГП в субмеридианальном направлении. Простирание и геофизическое отображение грабен-рифта резко меняется севернее 63° широты.

Грабен-рифт смещается в западном направлении, в аэрогеофизических полях отображаются места локализации гигантских и уникальных по запасам месторождений УВ. В магнитном поле это отрица-

тельная магнитная аномалия, обрамленная сложной положительной аномалией. В гравитационном поле эта часть грабен-рифта отмечается масштабной отрицательной аномалией с локальным минимумом 10 мГал, соответствующим положению Уренгойского месторождения. Поскольку сейсмические данные указывают на повышение поверхности фундамента здесь и в подобных случаях Западной Сибири, то Уренгойскую отрицательную гравитационную аномалию следует рассматривать как субвертикальную зону разуплотнения.

Она же является центром кольцевой структуры из гигантских и уникальных по запасам месторождений – Медвежье, Ямбург, Заполярное и др. По магнитному полю эта структура несколько асимметрична. В восточном направлении увеличивается доля и интенсивность положительных магнитных аномалий, а также доля нефти в составе месторождений УВ. Заполярное месторождение, расположенное к востоку от Уренгоя, образует собственную кольцевую структуру меньшего порядка, пересечение которой с отражающимся в геофизических полях субмеридианальным нарушением предположительно рифтогенной природы соответствует месту локализации месторождения Ванкор в пределах Большехетской структурной террасы. Ванкор отличается от Заполярного месторождения понижением интервала нефтегазоносности, запасов УВ и значительным увеличением в них доли нефти. Выявляемые глубинными геофизическими методами линейные и кольцевые образования отображаются в рельефе дневной поверхности Большехетской структурной террасы, на что указывают результаты интерпретации материалов мультиспектральных космических съемок [9].

Магнитостратиграфия.

Методика палеомагнитных исследований

Магнитостратиграфия – самостоятельное научное направление в составе стратиграфии, имеющее собственные предмет (векторы естественной остаточной намагниченности горных пород), объект (магнитозоны) и метод (палеомагнитный) исследования, который базируется «на представлении о планетарном процессе развития главного магнитного поля как части общей эволюции Земли» [10].

Согласно Стратиграфическому кодексу России [11] магнитостратиграфия по принципу обоснования включает в себя два подразделения: магнитополярные и магнитные.

Магнитополярные подразделения основаны на временных изменениях геомагнитного поля (инверсии, экскурсы), планетарно изохронны, но их распознавание требует комплексирования с биостратиграфическими методами. В комплексном варианте магнитостратиграфии доступны удаленные корреляции, в том числе и в бореальных областях.

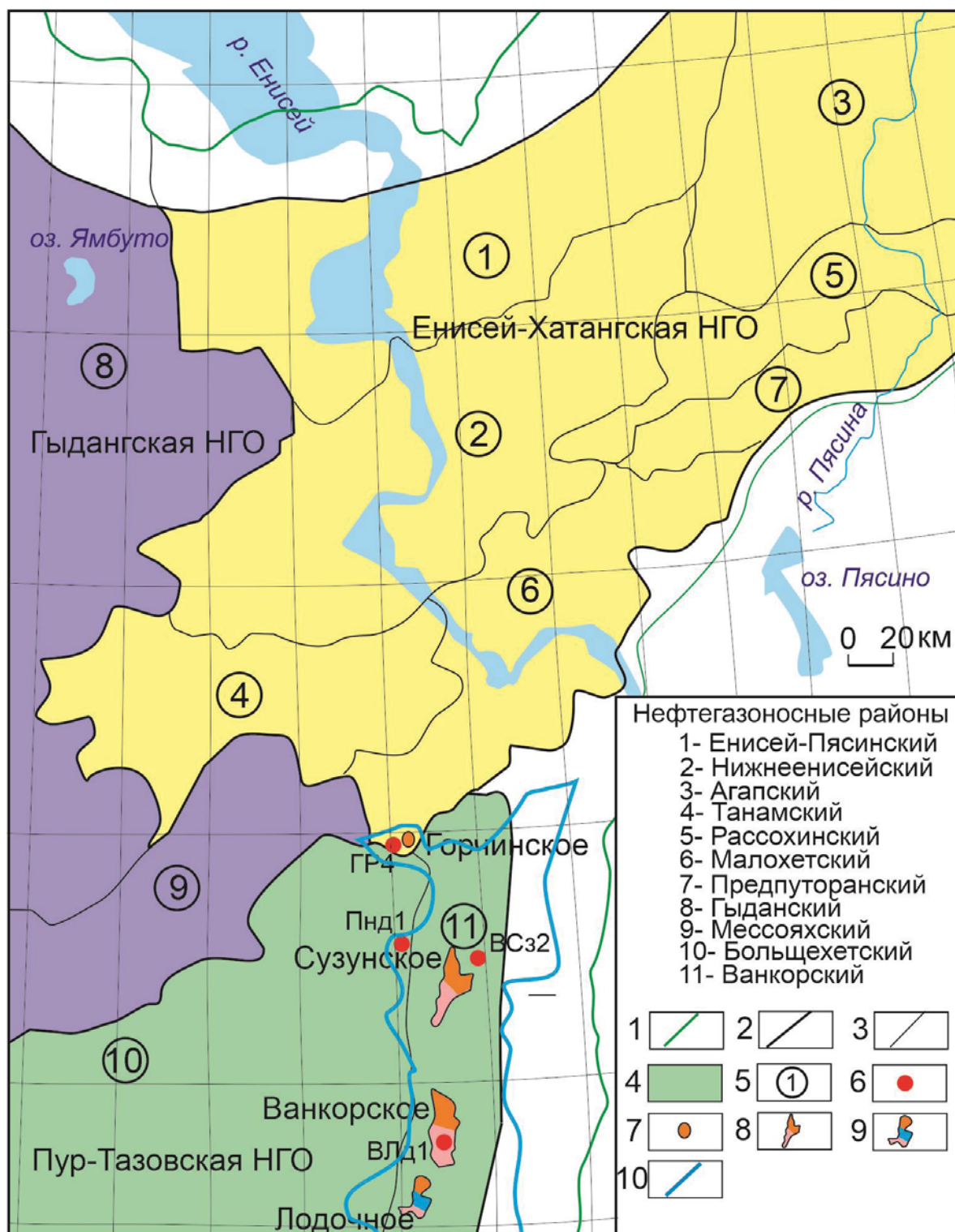


Рис. 1. Схема нефтегазогеологического районирования исследуемой территории [5–7]: 1 – границы перспективных земель; 2 – границы нефтегазоносной области (НГО); 3 – границы нефтегазоносных районов (НГР); 4 – окрас НГО; 5 – номера НГР; 6 – изученные скважины: ГР4 – Горчинская 4, ВСз2 – Восточно-Сузунская 2, Пнд1 – Пендомаяхская 1 и ВЛд1 – Восточно-лодочная 1, 7–9 – месторождения УВ: газовые (7), газо-нефтяные (8) и нефтегазоконденсатные (9); 10 – граница Большехетской структурной террасы

Fig. 1. Diagram of oil and gas geological zoning of the studied territory [5–7]: 1 – boundaries of prospective lands; 2 – boundaries of the oil and gas-bearing region (OGR); 3 – boundaries of the oil and gas-bearing district (OGD); 4 – OGR color; 5 – OGD numbers; 6 – wells studied: GR4 – Gorchinskaya 4, VSz2 – Vostochno-Suzunskaya 2, Pnd1 – Pendomayakhskaya 1 and VLd1 – Vostochno Lodochnaya 1, 7–9 – hydrocarbon fields: gas (7), gas-oil (8) and condensate gas-oil (9); 10 – boundary of the Bolshekhetskaya structural terrace

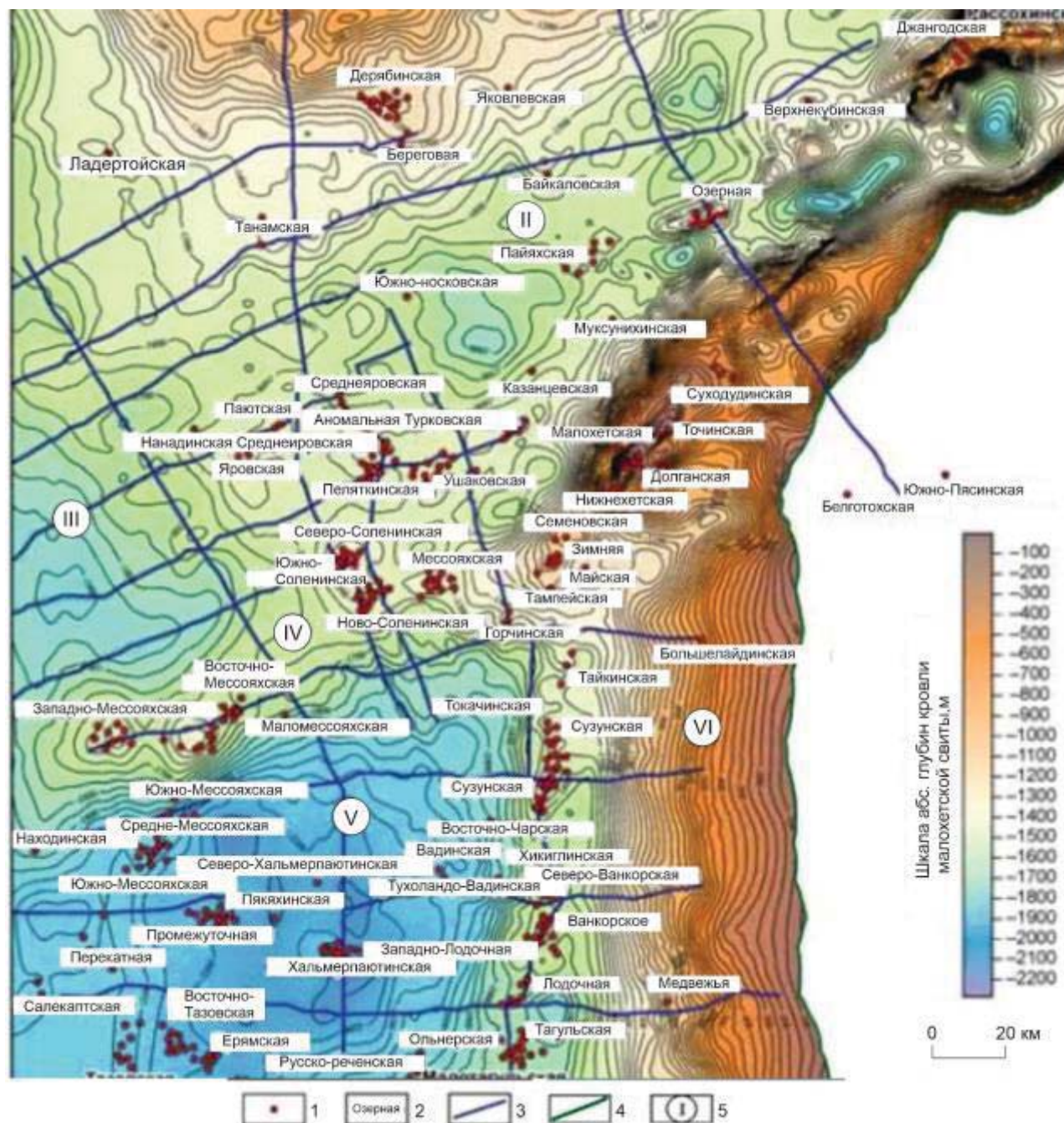


Рис. 2. Структурная карта исследуемого региона по кровле малохетской свиты [5]: 1 – поисковые и разведочные скважины; 2 – названия площадей; 3 – сейсмические профили МОГТ; 4 – граница зоны выклинивания малохетской свиты; 5 – надпорядковые тектонические элементы: II – Таймырская антеклиз, III – Антипутинско-Тадеевская синеклиз, IV – Мессояхская гряда, V – Большехетская мегасинеклиз, VI – Предъенисейская мегамоноклиналь

Fig. 2. Structural map of the study region for the roof of the Malokhetskaya Formation [5]: 1 – search and exploration wells; 2 – area names; 3 – seismic profiles of method CDP (common depth point method); 4 – boundary of the pinching-out zone of the Malokhetskaya Formation; 5 – supra-order tectonic elements: II – Taimyr anteclise, III – Antiputinsk-Tadebeyakha syncline, IV – Messoyakha ridge, V – Bolshekhetskaya megasyneclise, VI – Predyeniseiskaya megamono-cline

Магнитные подразделения выделяются по совокупности численных магнитных свойств – магнитной восприимчивости, остаточной намагниченности и др. Наиболее информативны численные маг-

нитные свойства в случае осадочных комплексов. В осадочных горных породах первичной является ориентационная остаточная намагниченность, отличающаяся аномально низкими значениями оста-

точной намагниченности (фактор Кенигсбергера меньше единицы). По этому признаку можно выделять образцы с вторичными изменениями.

Методика палеомагнитных исследований включает в себя: выбор объектов исследования, отбор образцов, их магнитную чистку, определение компонентного состава естественной остаточной намагниченности (ЕОН) [12–20].

Большехетская структурная терраса занимает удачное положение на северо-востоке Западносибирской НГП (рис. 1), которое позволяет проводить удаленные корреляции и на приарктические территории, и в центральные части НГП, вмещает уникальное по запасам УВ Ванкорское месторождение. Выбраны скважины Пендомаяхская 1, Восточно-Сузунская 2, Горчинская 4 и Восточно-Лодочная 1, вскрывшие исследуемый верхнеюрский-нижнемеловой интервал разреза, хорошо палеонтологически охарактеризованный.

Отбор образцов производился из интервалов нижнехетской и яновстанской свит по данным капаметрии с хорошо выраженными магнитными свойствами. Образцы ориентированы «верх–низ». Из каждого образца керна выпиливались по два кубика с ребром 2 см, и задавалась система координат. Всего отобрано 200 образцов.

Первичные исследования образцов заключались в измерении их естественной остаточной намагниченности с помощью рок-генератора JR-6A. На каждом образце проводилось три независимых измерения. По результатам измерений модуль ЕОН большинства образцов резко понижен, что является обычным явлением для осадочных комплексов с ориентационной ЕОН. Отклонение от этой закономерности может быть вызвано вторичными процессами.

В составе ЕОН можно выделить следующие компоненты:

- «лабораторная вязкая намагниченность», которая удаляется с помощью временной магнитной чистки;
- «естественная вязкая намагниченность», вызванная длительным нахождением породы в земном магнитном поле, выявляется в процессе размагничивания переменным магнитным полем, может быть использована для ориентировки керна [21];
- «первичная остаточная намагниченность», сформированная при образовании породы и сохранившая информацию о полярности геомагнитного поля времени образования, выделяется как наиболее стабильный компонент при размагничивании переменным магнитным полем;
- «вторичная остаточная намагниченность» может быть выявлена по увеличению значения фактора Кенигсбергера [22].

Размагничивание переменным магнитным полем производилось устройством LDA-3A. Полное размагничивание эталонных образцов показало

присутствие в составе ЕОН минимум двух компонентов [23]. Относительно нестабильный компонент, который разрушается при значениях переменного магнитного поля до 20–30 мТл, характеризуется высокими значениями наклонений и соответствует вязкой остаточной намагниченности. Первичный компонент ЕОН выделяется в переменном магнитном поле 30–40 мТл и может сохраняться до 60 мТл и более, отличается знакопеременным наклонением в диапазоне 30–60° и низкими палеомагнитными кучностями. Кроме низких значений ЕОН доказательством ее первичности может служить независимость геомагнитных инверсий от вариаций литологического, петрофизического и иного вещественного состава пород и схожесть палеомагнитной структуры одновозрастных образований в удаленных областях. Достоверность выделения палеомагнитной зоны подтверждалось тремя и более последовательно отобранными образцами.

Магнитостратиграфический разрез верхнеюрских и нижнемеловых отложений Большехетской структурной террасы

Для построения магнитостратиграфических разрезов необходима увязка палеомагнитных и биостратиграфических данных. Были привлечены опубликованные материалы, в которых решаются проблемы границы юры и мела [6, 24–32]. В первую очередь, это работа по стратиграфическим исследованиям верхнеюрских-нижнемеловых отложений Большехетской структурной террасы [6]. В ней приводятся результаты биостратиграфических исследований керна девяти глубоких скважин. Определения макрофаунистических остатков (двустворки и аммониты) выполнены А.Н. Алейниковым, определения микрофауны (фораминиферы) выполнены А.С. Семеновым.

Отложения нижней части берриасского яруса яновстанской свиты (K_1) охарактеризованы двустворчатыми моллюсками *Buchia* – представителями морского мелководья. В разрезе скважины Восточно-Лодочная 1 это *b*-слои с *Buchia unschensis* (верхняя часть слоев). Принадлежность яновстанской свиты к баженовскому горизонту Западной Сибири указывает также на бореальные условия ее образования [33].

В отложениях берриаса нижнехетской свиты (K_1) в разрезах всех скважин установлена фораминиферо-вая зона *Gaudryina gerkei*, *Trochammina rosaceaformis* KF1. В разрезе скважины Восточно-Сузунская 2 по аммонитам установлены две смежные зоны: *Nesutoroceras kochi* и *Surites icenii*, относящиеся к средней части берриаса. В отложениях нижней части нижнего валанжина нижнехетской свиты в скважине Восточно-Лодочная 1 по аммонитам прослеживается *a*-зона *Neotollia klimovskensis*, по фораминиферам – зона *Valanginella tatarica* KF2 (нижняя часть зоны).

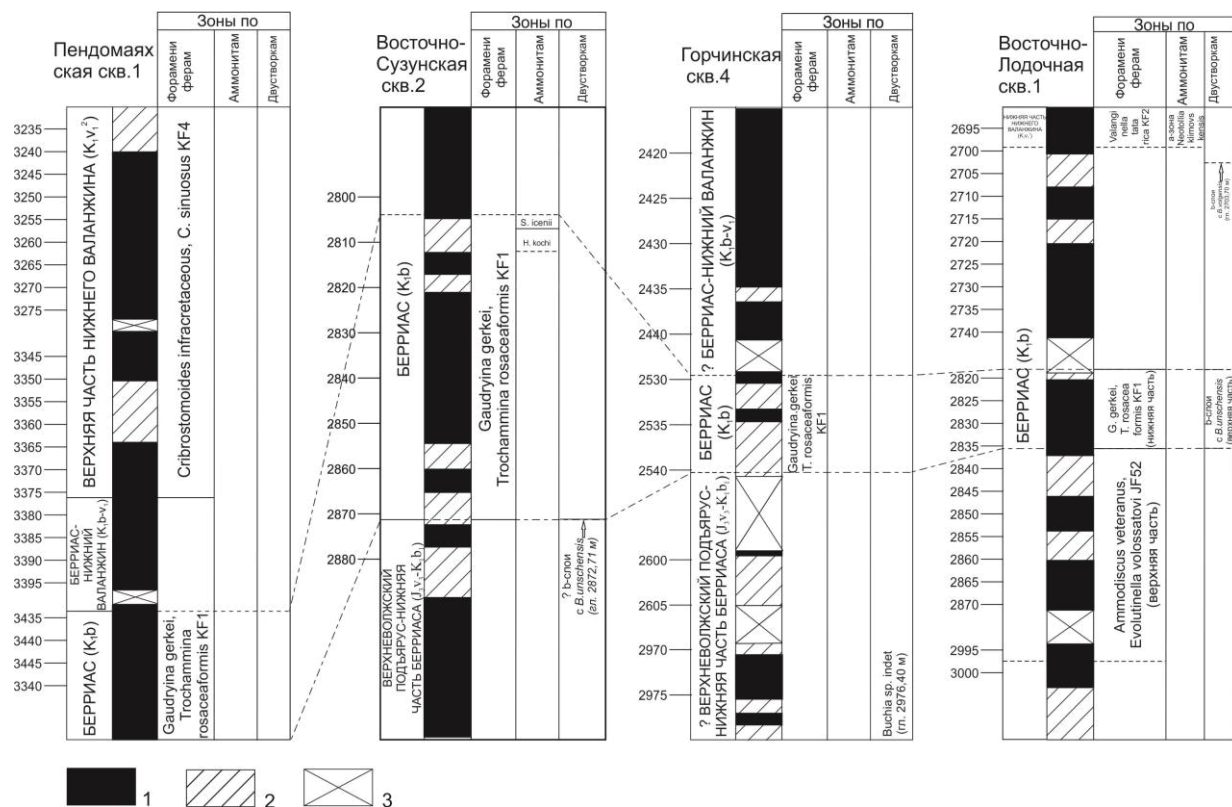


Рис. 3. Схема корреляции магнитостратиграфических разрезов скважин Пендомаяхской, Восточно-Сузунской, Горчинской и Восточно-Лодочной площадей: 1) прямая полярность; 2) обратная полярность; 3) нет данных [21]

Fig. 3. Correlation scheme for magnetostratigraphic sections of the Pendomayakhskaya, Vostochno Suzunskaya, Gorchinskaya, and Vostochno Lodochnaya areas wells: 1) normal polarity; 2) inverse polarity; 3) no data

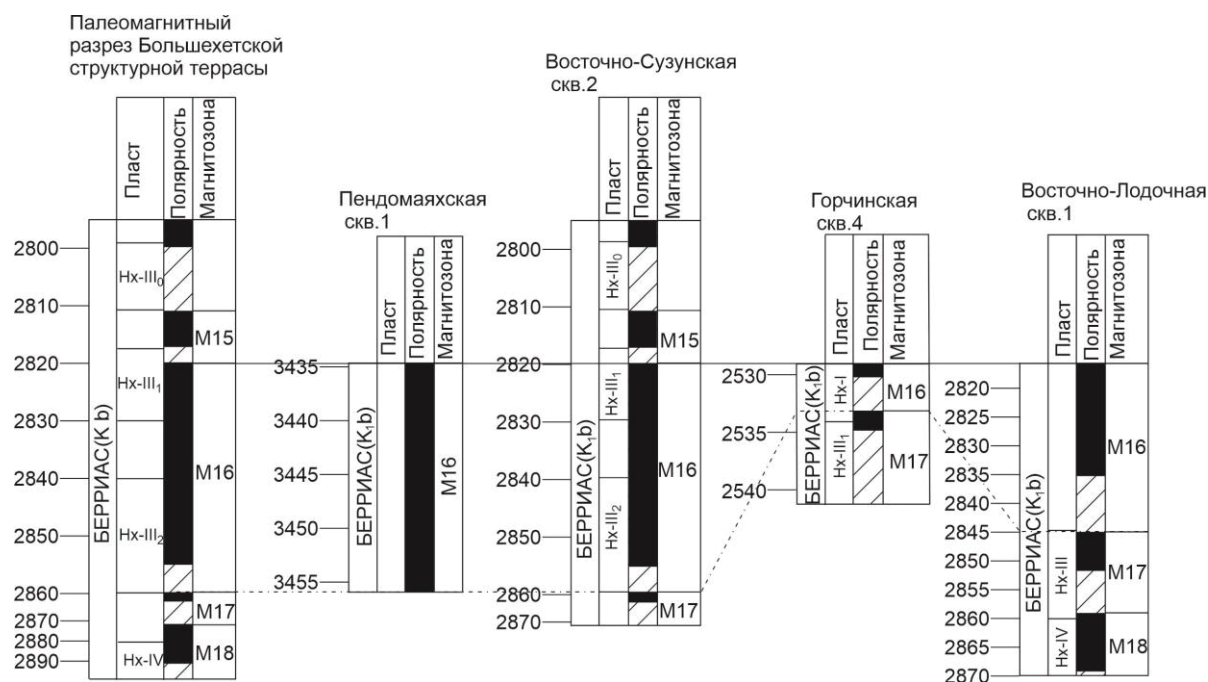


Рис. 4. Схема сопоставления палеомагнитных разрезов скважин Пендомаяхской, Восточно-Сузунской, Горчинской и Восточно-Лодочной площадей и сводный магнитостратиграфический разрез Большехетской структурной террасы: условные обозначения – на рис. 2 [21]

Fig. 4. Scheme of collation of paleomagnetic sections of the Pendomayakhskaya, Vostochno Suzunskaya, Gorchinskaya, and Vostochno Lodochnaya areas wells and a composite magnetostratigraphic section of the Bolshekhetskaya structural terrace: symbols are in the Fig. 2

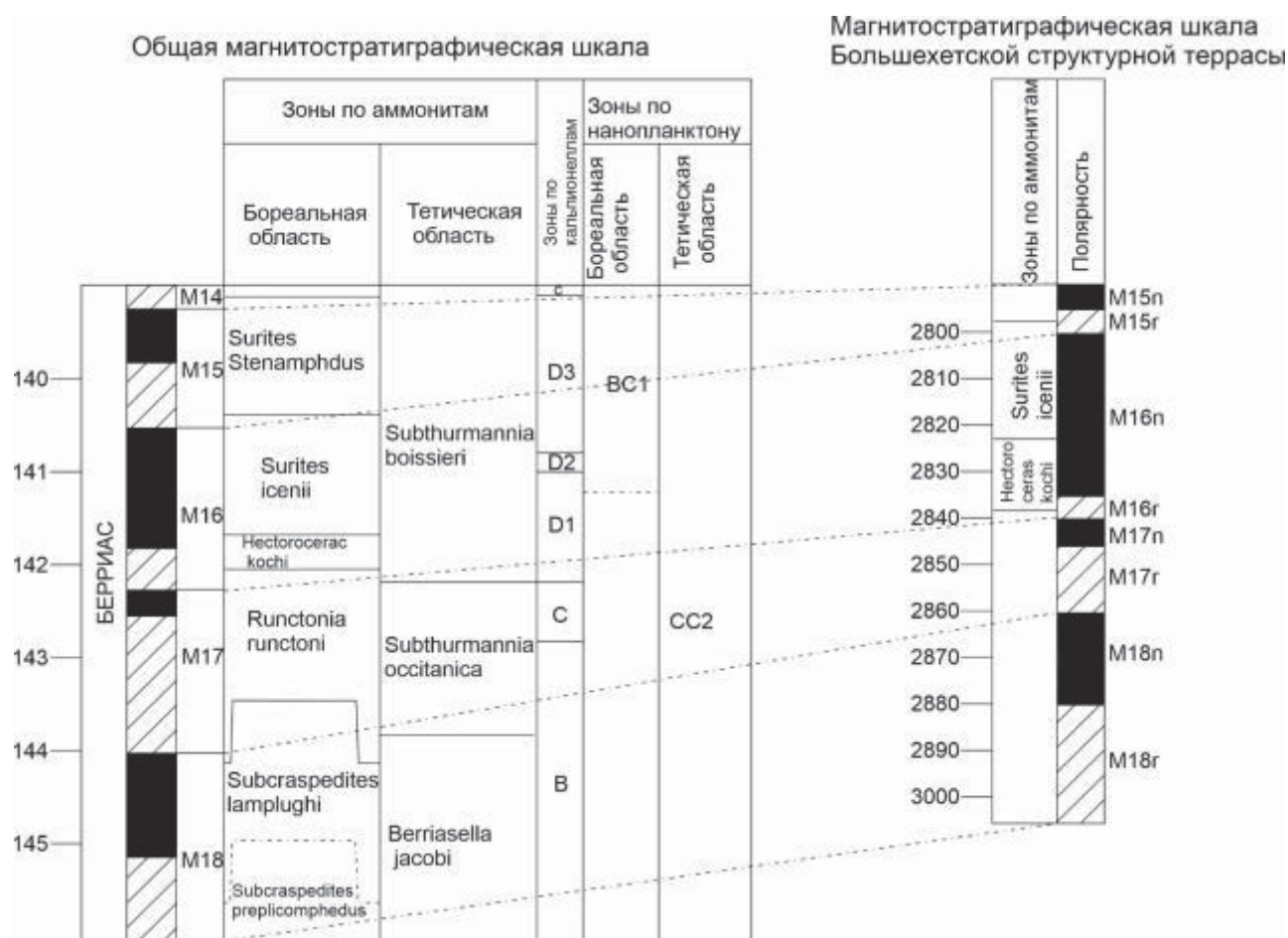


Рис. 5. Схема корреляции магнитостратиграфической шкалы Большехетской структурной террасы с Мировой магнитостратиграфической шкалой: условные обозначения – на рис. 2 [21]

Fig. 5. Correlation scheme of the magnetostratigraphic scale of the Bolshekhetskaya structural terrace with the World magnetostratigraphic scale: symbols are in the Fig. 2

Отложения верхней части нижнего валанжина суходудинской свиты (K_1) вскрыты в скважине Пендомаяхская 1 и охарактеризованы фораминиферовой зоной *Grirostomoides infracretaceous*, *C. sinuosus* KF4.

На основании сопоставления биостратиграфических и палеомагнитных материалов, а также с учетом данных геофизических исследований скважин [34] и опубликованной информации [35] был составлен сводный магнитостратиграфический разрез пограничных юрско-меловых отложений Большехетской структурной террасы (рис. 3, 4) и сопоставлен с общей мировой магнитостратиграфической шкалой (рис. 5) [36].

Различный вклад магнитостратиграфической информации исследованных скважин в сводный разрез можно объяснить структурным положением этих скважин. Наиболее объемная информация содержится в скважинах Восточно-Лодочная 1 и, особенно, в Восточно-Сузунской 2, локализованных соответственно в Лодочном и Сузунском валобразных поднятиях, осложняющих структуру

Большехетской террасы. Отсутствие в разрезе Восточно-Сузунской скважины 2 отложений Нх-IV восполняется их наличием в разрезе скважины Восточно-Лодочная 1. Сокращение объема и «разорванность» информации в Восточно-Лодочной 1 скважине обусловлено влиянием Ванкорской структуры, в скважинах Пендомаяхская 1 и Горчинская 4 – смещением разрезов в западном направлении и возможным влиянием Мессояхской гряды (в случае Горчинской 1).

Таким образом, сводный магнитостратиграфический разрез берриас-верхневожского возраста отличается большим объемом отложений (105 м). В нем уверенно выделяются четыре магнитозоны, каждая состоит из двух подзон прямой и обратной полярности. Стратиграфический объем каждой подзоны в опорном разрезе сопоставлен с зональной аммонитовой шкалой берриаса. Зона *Hectoroceras kochi*, *Surites icenii* примерно отвечает хронам M15r, M16r, M16n. Граница волжского и берриасского ярусов располагается около рубежа хронов M17 и M18.

Заключение

На территории Большехетской структурной террасы в пределах Пендомаяхской, Восточно-Сузунской, Восточно-Лодочной и Горчинской площадей сформировалась мощная (более 100 м) терригенная толща мелководного генезиса – неравномерное тонкое переслаивание алевролита песчаного до глинистого с прослоями тонкозернистого алевролитистого песчаника и аргиллита.

Отложениям берриасского возраста по палеонтологическим данным соответствует фораминиферовая зона *Gaudryina gerkei*, *Trochammina rosaceaformis* KF1, по аммонитам зоны – *Hectoroceras kochi*, *Surites icenii*.

Отсутствие клиноформ на данной территории, а также результаты аэрогеофизических исследований, подтверждающие высокий потенциал нефтегазоносности, во многом обосновали использование магнитостратиграфических исследований. Палеомагнитные исследования в некоторых местах разрезов выявили частые инверсии магнитного поля. При сопоставлении с биостратиграфией обнаружены частые смены полярности. Например, фораминиферовой зоне *Gaudryina gerkei*, *Trochammina rosaceaformis* KF1 в берриасе Восточно-Сузунской скважины 2 соответствует 7 инверсий. На фораминиферовую зону *Ammodiscus veteranus*, *Evolutinella volossatovi* JF52 (верхняя часть) Восточно-Лодочной скважины

2 приходится 4 смены полярности. Кроме того, сменной полярности богата та часть разреза, в которой не выявлено палеонтологических остатков (фораминиферы, аммониты, двустворки). Например, берриас – нижний валанжин в Горчинской скважине – характеризуется как минимум двумя сменами полярности. Из всего вышесказанного можно сделать вывод о высокой стратиграфической расчленяемой способности разреза с помощью палеомагнитного метода. Сопоставление с биостратиграфией позволило определить магнитохроны и сопоставить магнитостратиграфический разрез с общей мировой шкалой. Для изучения северо-восточных окраин Западно-Сибирской НГП и сопредельных территорий необходимы удаленные корреляции. В бореальных условиях это требует комплексирования биостратиграфических зон именно с палеомагнитными зонами, как явлениями планетарного масштаба, не зависящими от условий образования осадочных пород. Это подтверждается корреляцией Сводной магнитостратиграфической шкалы Большехетской структурной террасы и Общей мировой магнитостратиграфической шкалой, приведенной в заключительной части настоящей статьи.

Таким образом, по мере движения на север роль магнитостратиграфии в связи с открытием новых месторождений УВ будет только увеличиваться.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конторович А.Э., Сурков В.С. Геология и полезные ископаемые России. Т. 2. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000. – 477 с.
2. Баженовская свита – геофизическая аномалия / Г.Г. Номоконова, А.Ю. Колмаков, А.О. Алеева, И.В. Парубенко // Нетрадиционные ресурсы углеводородов: распространение, генезис, прогнозы, перспективы освоения: Материалы Всероссийской конференции с международным участием. – М., 12–14 ноября 2013. – М.: ГЕОС, 2013. – С. 611–612.
3. Новые данные по обстановкам седиментации верхнеюрско-нижнемеловой баженовской свиты Западной Сибири / В.Г. Эдер, С.В. Рыжкова, О.С. Дзюба, А.Г. Замирайлова // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии: Материалы XI Всероссийского совещания. – Томск: Изд-во ТГУ, 2022. – С. 309–312.
4. Скоробогатов В.А. Новая парадигма развития энергетического комплекса России в первой половине XXI века // Деловой журнал *Neftegaz.ru*. – 2019. – № 5. – С. 80–89.
5. Конторович В.А. Тектоника и нефтегазоносность западной части Енисей-Хатангского регионального прогиба // Геология и геофизика. – 2011. – Т. 52. – № 8. – С. 1027–1050.
6. Стратиграфические исследования верхнеюрских-нижнемеловых отложений Большехетской структурной террасы (Западная Сибирь) / Г.М. Татьяна, А.В. Файнгерц, С.Е. Агалаков, А.Н. Алейников, С.Н. Бабенко, И.В. Кислухин, О.Н. Костеша, К.П. Лялюк, А.С. Семенова, Н.Н. Стариков // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии: Материалы 8-ого Всероссийского совещания. – Симферополь: ЧерноморПРЕСС. 2016. – С. 273–275.
7. Кригин В.А. Строение, районирование и перспективы нефтегазоносности верхнеюрских отложений северо-востока Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна // Перспективы развития нефтегазодобывающего комплекса Красноярского края: Сборник материалов научно-практической конференции. – Красноярск: КНИИГиМС, 2007. – С. 202–204
8. Номоконова Г.Г., Расковалов Д.Ю., Колмаков А.Ю. О контроле месторождений углеводородов Западной Сибири глубинными геомагнитными структурами // Пятые научные чтения Ю.П. Булашевича. Глубинное строение. Геодинамика. Тепловое поле Земли. Интерпретация геофизических полей: Международная конференция. – Екатеринбург: ИГФ УрО РАН, 2009. – С. 341–375.
9. Новые данные по структуре Ванкорского газонефтяного месторождения / В.Г. Жидков, А.А. Поцелуев, Ю.С. Ананьев, В.А. Кригин // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2016. – Т. 327. – № 4. – С. 44–54.
10. Молостовский Э.А., Храмов А.Н. Магнитостратиграфия и ее значение в геологии. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1997. – 180 с.
11. Стратиграфический кодекс России. Издание третье, исправленное и дополненное. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2019. – 96 с.
12. *Magnetostратigraphy, nannofossil stratigraphy and apparent polar wander for Adria-Africa in the Jurassic–Cretaceous boundary interval* / J.E.T. Channell, C.E. Casellato, G. Muttoni, E. Erba // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. – 2010. – Vol. 293. – P. 51–75.

13. Initial geomagnetic field model from MAGSAT vector data / R.A. Langel, R.H. Estes, G.D. Mead, E.B. Fabiano, E.R. Lancaster // *Geophys. Res. Letts.* – 1980. – Vol. 7. – P. 793–796.
14. Nagata T. *Rock Magnetism.* – Tokio: Maruzen, 1961. – 350 p.
15. Irving E., Wiley J. *Paleomagnetism and its application to geological and geophysical problems.* – N.Y.: John Wiley & Sons, 1964. – 399 p.
16. Cox A. *Plate tectonics and geomagnetic reversals.* – San Francisco: W.H. Freeman, 1973. – 702 p.
17. McElhinny M.W. *Palaeomagnetism and Plate Tectonics.* – Cambridge: Cambridge Uni. Press, 1973. – 144 p.
18. Strangwau D.W. *History of the Earth's magnetic field.* – N. Y.: McGraw-Hill, 1970. – 620 p.
19. McDonald K.L., Gunst R.H. Recent trends in the Earth's magnetic field // *Journal of Geophysical Research.* – 1968. – Vol. 73. – P. 2057–2067.
20. Cox A., Dalrymple G.B. Statistical analysis of geomagnetic reversal data and the precision of potassium-argon dating // *Journal Geophysical Research.* – 1967. – Vol. 72. – P. 2603–2614.
21. Использование ориентированного керна при решении задач нефтяной геологии / В.П. Меркулов, Л.А. Краснощекова, Д.А. Черданцева, М.О. Коровин // *Современные проблемы седиментологии в нефтегазовом инжиниринге: Труды III Всероссийского научно-практического седиментологического совещания.* – Томск: Изд-во ТПУ, 2017. – С. 248–262.
22. Био-, хемо- и магнитостратиграфия пограничного интервала сантона-кампана разрезов Кудрино и Аксу-Дере (Юго-Западный Крым): проблемы глобальной корреляции и выбора лимитотипа нижней границы кампанского яруса. Статья 2. Магнито и хемотратиграфия, обсуждение данных / А.Ю. Гужилов, Е.Ю. Барабошкин, Г.Н. Александрова, И.П. Рябов, М.А. Устинова, Л.Ф. Копачевич, Г.В. Миранцев, А.Б. Кузнецов, П.А. Фокин, В.Л. Косоруков // *Стратиграфия. Геологическая корреляция.* – 2021. – № 5. – С. 27–58.
23. Колмаков А.Ю. Исследование палеомагнитной стабильности отложений нижнемелового нефтегазоносного комплекса Большехетской террасы // *Проблемы геологии и освоения недр: труды XXII Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых.* – Томск: Изд-во ТПУ, 2018. – Т. 1. – С. 404–406.
24. Верхнемеловые отложения Вольской структурной зоны Восточно-Европейской платформы: турон-нижний кампан разреза Коммунар. Статья 1. Описание разреза, бентосные фораминиферы, магнитостратиграфия / Е.М. Первушов, И.П. Рябов, В.Б. Сельцер, И. Валащик, Е.А. Калякин, А.А. Гужилова, Е.И. Ильинский, Д.В. Худяков // *Стратиграфия. Геологическая корреляция.* – 2022. – № 2. – С. 101–124.
25. Результаты дополнительного био- и магнитостратиграфического изучения турона р. Басс (Чеченская республика) / В.А. Фомин, И.П. Рябов, А.Ю. Гужилов, А.А. Гужилова // *Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии: Материалы XI Всероссийского совещания.* – Саратов, 2022. – С. 281–284.
26. Магнитостратиграфия пограничного интервала мела-палеогена юга Саратовского побережья / Д.А. Шелепов, А.Ю. Гужилов, И.П. Рябов, Е.М. Первушов // *Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии: Материалы XI Всероссийского совещания.* – Томск, 2022. – С. 285–288.
27. Новые био- и магнитостратиграфические данные по титону-берриасу Байдарской котловины (юго-западный Крым). / О.В. Шурекова, Ю.Н. Савельева, В.В. Аркадьев, А.Ю. Гужилов, А.Г. Маникин // *Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии: Материалы XI Всероссийского совещания.* – Томск, 2022. – С. 293–296.
28. Calcareous nannofossils and other proxies define the Santonian-Campanian boundary in the Central Crimean Mountains (Alan-Kyr section) / M.N. Ovechkina, L.F. Kopaevich, G.N. Aleksandrova, P.A. Proshina, I.A. Ryabov, E.Yu. Baraboshkin., A.Yu. Guzhikov, M.B. Mostovski // *Cretaceous Res.* – 2021. – Vol. 119. – P. 203–205.
29. Vishnevskaya V.S., Kopaevich L.F. Microfossil assemblages as key to reconstruct sea-level fluctuations, cooling episodes and palaeogeography: the Albanian to Maastrichtian of Boreal and Peri-Tethyan Russia // *Geol. Soc. London. Spec. Publ.* – 2020. – Vol. 498. – P. 165–187.
30. New bio-, chemo- and magnetostratigraphy of the Santonian–Campanian boundary in the Kudrino and Aksu-Dere Sections (SW Crimea): problems of global correlation and selection of the lower boundary stratotype of the Campanian. 2. Magneto- and chemostratigraphy discussion / A.Yu. Guzhikov, E.Yu. Baraboshkin, G.N. Aleksandrova, I.P. Ryabov, M.A. Ustinova, L.F. Kopaevich, G.V. Mirantsev, A.B. Kuznetsov, P.A. Fokin, V.L. Kosorukov // *Stratigraphy and Geological Correlation.* – 2021. – Vol. 29. – P. 518–547.
31. Palynology of the Cenomanian to lowermost Campanian (Upper Cretaceous) chalk of the Trunch Borehole (Norfolk, UK) and a new dinoflagellate cyst bioevent stratigraphy for NW Europe / M.A. Pearce, I. Jarvis, P.J. Ball, J. Laurin // *Rev. Palaeobot. Palynol.* – 2020. – Vol. 278. – P. 104–108.
32. New sedimentological, magnetostratigraphic, and palynological data on the Campanian / E.Yu. Baraboshkin, A.Yu. Guzhikov, G.N. Aleksandrova, V.A. Fomin, B.G. Pokrovsky, V.A. Grishchenko, A.G. Manikin, E.V. Naumov // *Maastrichtian section of Beshkosh Mountain, South Western Crimea, Stratigr. Geol. Correl.* – 2020. – Vol. 28. – P. 816–858.
33. Баженовский горизонт Западной Сибири (стратиграфия, палеогеография, экосистема, нефтеносность) / Ю.В. Брадучан, А.В. Гольберт, Ф.Г. Гурари, В.А. Захаров, С.П. Булыникова, И.Г. Климова, М.С. Месежников, Н.П. Вячкилева, Г.Э. Козлова, А.И. Лебедев, Т.И. Нальняева, А.С. Турбина. – Новосибирск: Наука, 1986. – 216 с.
34. Характеристика пограничных юрско-меловых отложений Большехетской структурной террасы (Западная Сибирь) / В.А. Маринов, И.В. Кислухин, В.П. Меркулов, И.П. Бекирова, А.Е. Игольников, С.Е. Агалаков // *Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии: Материалы IX Всероссийского совещания.* – Белгород: ПОЛИТЕРРА, 2018. – С. 178–182.
35. Известковистый нанопланктон и магнитостратиграфия титона-берриаса Восточного Крыма (Феодосийский район) / В.В. Аркадьев, М. Лескано, А. Кончейро, А.Ю. Гужилов, Е.Ю. Барабошкин // *Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии: Материалы 10-ого Всероссийского совещания.* – Магадан: ОАО «МАОБТИ», 2020. – С. 18–21.
36. *Geologic Time Scale 2020* / F.M. Gradstein, J.G. Ogg, M.D. Schmitz, G.M. Ogg. 1st ed. – Amsterdam: Elsevier, 2020. – 1390 p.

Информация об авторах

Антон Юрьевич Колмаков, ассистент кафедры динамической геологии геолого-географического факультета Национального исследовательского Томского государственного университета, Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36. antokolmakov@mail.ru

Виталий Павлович Меркулов, кандидат геолого-минералогических наук Национального исследовательского Томского политехнического университета, Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.

Анастасия Сергеевна Семенова, инженер-исследователь геолого-географического факультета Национального исследовательского Томского государственного университета, Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36. as.semenova87@mail.ru

Елизавета Николаевна Осипова, доцент отделения геологии Инженерной школы природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета, Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30. osipovaen@tpu.ru

Поступила в редакцию: 27.04.2024

Поступила после рецензирования: 06.05.2024

Принята к публикации: 09.09.2024

REFERENCES

1. Kontorovich A.E., Surkov V.S. *Western Siberia. Geology and minerals of Russia*. St. Petersburg, VSEGEI Publ., 2000. 477 p. (In Russ.)
2. Nomokonova G.G., Kolmakov A.Yu., Aleeva A.O., Parubenko I.V. Bazhenov Formation – a geophysical anomaly. *Unconventional hydrocarbon resources: distribution, genesis, forecasts, development prospects. Materials of the All-Russian Conference with international participation*. Moscow, GEOS Publ., 2013. pp. 183–188. (In Russ.)
3. Eder V.G., Ryzhkova S.V., Dzyuba O.S., Zamirailova A.G. New data by sedimentation conditions of the Upper Jurassic-Lower Cretaceous Bazhenov formation of Western Siberia *Cretaceous system of Russia and neighboring countries: problems of stratigraphy and paleogeography. Materials of the 11th All-Russian meeting*. Tomsk, TSU Publ. House, 2022. pp. 309–312. (In Russ.)
4. Skorobogatov V.A. A new paradigm for the development of the Russian energy complex in the first half of the 21st century. *Business magazine Neftegaz.ru.*, 2019, no. 5, pp. 80–89. (In Russ.)
5. Kontorovich V.A. Tectonics and oil and gas potential of the western part of the Yenisei-Khatanga regional trough. *Geology and Geophysics*, 2011, vol. 52, no. 8, pp. 1027–1050. (In Russ.)
6. Tatyannin G.M., Faingerts A.V., Agalakov S.E., Aleinikov A.N. Stratigraphic studies of the Upper Jurassic-Lower Cretaceous deposits of the Bolshekhetskaya structural terrace (Western Siberia). *Cretaceous system of Russia and neighboring countries: problems of stratigraphy and paleogeography. Materials of the 8th All-Russian meeting*. Simferopol, Chernomor PRESS, 2016. pp. 273–275. (In Russ.)
7. Krinin V.A. Structure, zoning and prospects of oil and gas potential of the Upper Jurassic deposits of the north-east of the West Siberian oil and gas basin. *Collection of materials of the scientific and practical conference. Prospects for the development of the oil and gas production complex of the Krasnoyarsk Territory*. Krasnoyarsk, KNIIGiMS Publ., 2007. pp. 202–204.
8. Nomokonova G.G., Raskovalov D.Yu., Kolmakov A.Yu. On the control of hydrocarbon deposits in Western Siberia by deep geomagnetic structures. *Deep structure. Geodynamics. Thermal field of the Earth. Interpretation of geophysical fields. Fifth scientific readings by Yu.P. Bulashevich. International conference*. Yekaterinburg, IGP UB RAS Publ., 2009. pp. 341–375. (In Russ.)
9. Zhitkov V.G., Potseluev A.A., Ananiev Yu.S., Kirin V.A. New data on the structure of the Vankor gas and oil deposit. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering*, 2016, vol. 327, no. 4, pp. 44–54. (In Russ.)
10. Molostovsky E.A., Khranov A.N. *Magnetostratigraphy and its significance in geology*. Saratov, Saratov university Publ. House, 1997. 180 p. (In Russ.)
11. *Stratigraphic Code of Russia*. St. Petersburg, VSEGEI Publ. House, 2019. 96 p.
12. Channell J.E.T., Casellato C.E., Muttoni G., Erba E. Magnetostratigraphy, nannofossil stratigraphy and apparent polar wander for Adria-Africa in the Jurassic–Cretaceous boundary interval. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2010, vol. 293, pp. 51–75.
13. Langel R. A., Estes R.H., Mead G.D., Fabiano E.B., Lancaster E.R. Initial geomagnetic field model from MAGSAT vector data. *Geophys. Res. Letts.*, 1980, vol. 7, pp. 793–796.
14. Nagata T. *Rock Magnetism*. 2nd ed. Tokyo, Maruzen, 1961. 350 p.
15. Irving E. *Paleomagnetism and its application to geological and geophysical problems*. N.Y., J. Wiley, 1964. 399 p.
16. Cox A. *Plate tectonics and geomagnetic reversals*. San Francisco, W.H. Freeman, 1973. 716 p.
17. McElhinny M.W. *Palaeomagnetism and plate tectonics*. Cambridge, Cambridge University Press, 1973. 144 p.
18. Strangway D.W. *History of the Earth's magnetic field*. N. Y., McGraw-Hill, 1970. pp. 612–613.
19. McDonald K.L., Gunst R.H. Recent trends in the Earth's magnetic field. *J. of Geophys. Res.*, 1968, vol. 73, pp. 2057–2067.
20. Cox A., Dalrymple G.B. Statistical analysis of geomagnetic reversal data and the precision of potassium-argon dating. *J. Geophys. Res.*, 1967, vol. 72, pp. 2603–2614.
21. Merkulov V.P., Krasnoshchekova L.A., Cherdantseva D.A., Korovin M.O. The use of oriented core in solving problems of petroleum geology. *Modern problems of sedimentology in oil and gas engineering. Proc. of the III All-Russian scientific and practical sedimentological meeting*. Tomsk, TPU Publ. House, 2017. pp. 248–262. (In Russ.)

22. Guzhikov A.Yu., Baraboshkin E.Yu., Alexandrova G.N., Ryabov I.P., Ustinova M.A., Kopaevich L.F., Mirantsev G.V., Kuznetsov A.B., Fokin P.A., Kosorukov V.L. Bio-, chemo- and magnetostratigraphy of boundary interval the Santon-Campan of sections the Kudrino and Aksu-Dere (Southwestern Crimea): problems of global correlation and selection of the limitotype of the lower boundary of the Campanian stage. Article 2. Magneto and chemostratigraphy, data discussion. *Stratigraphy. Geological correlation*, 2021, no. 5, pp. 27–58. (In Russ.)
23. Kolmakov A.Yu. Investigation of the paleomagnetic stability of deposits of the coal oil and gas complex of the Bolshekhetskaya terrace. *Problems of geology and subsoil development. Proc. of the XXII Symposium named after academician M.A. Usov for students and young scientists*. Tomsk, TPU Publ. House, 2018. Vol. 1, pp. 404–406. (In Russ.)
24. Pervushov E.M., Ryabov I.P., Seltser V.B., Valashchik I., Kalyakin E.A., Guzhikova A.A., Ilyinsky E.I., Khudyakov D.V. Upper Cretaceous deposits of the Volsk structural zone of the East European Platform: Turonian – Lower Campanian of section the Kommunar. Article 1. Description of the section, benthonic foraminifers, magnetostratigraphy. *Stratigraphy. Geological correlation*, 2021, no. 2, pp. 101–124. (In Russ.)
25. Fomin V.A., Ryabov I.P., Guzhikov A.Yu., Guzhikova A.A. Results of additional bio- and magnetostratigraphic study of Turonian the Bass River (Chechen Republic). *Cretaceous system of Russia and neighboring countries: problems of stratigraphy and paleogeography. Materials of the 11th All-Russian meeting*. Saratov, 2022. pp. 281–284. (In Russ.)
26. Shelepov D.A., Guzhikov A.Yu., Ryabov I.P., Pervushov Ye.M. Magnetostratigraphy of boundary interval of the Cretaceous-Paleogene of south the Saratov Right Bank. *Cretaceous system of Russia and neighboring countries: problems of stratigraphy and paleogeography. Materials of the 11th All-Russian meeting*. Tomsk, 2022. pp. 285–288. (In Russ.)
27. Shurekova O.V., Savelyeva Yu.N., Arkadyev V.V., Guzhikov A.Yu., Manikin A.G. New data on the bio- and magnetostratigraphy of the Tithonian-Berriasian of the Baydar bed (Southwestern Crimea). *Cretaceous system of Russia and neighboring countries: problems of stratigraphy and paleogeography. Materials of the 11th All-Russian meeting*. Tomsk, 2022. pp. 293–296. (In Russ.)
28. Ovechkina M.N., Kopaevich L.F., Aleksandrova G.N., Proshina P.A., Ryabov I.A., Baraboshkin E.Yu., Guzhikov A.Yu., Mostovski M.B. Calcareous nannofossils and other proxies define the Santonian–Campanian boundary in the Central Crimean Mountains (Alan-Kyr section). *Cretaceous Res*, 2021, vol. 119, pp. 203–205.
29. Vishnevskaya V.S., Kopaevich L.F. Microfossil assemblages as key to reconstruct sea-level fluctuations, cooling episodes and paleogeography: the Albian to Maastrichtian of Boreal and Peri-Tethyan Russia. *Geol. Soc. London. Spec. Publ.*, 2020, vol. 498, pp. 165–187.
30. Guzhikov A.Yu., Baraboshkin E.Yu., Aleksandrova G.N., Ryabov I.P., Ustinova M.A., Kopaevich L.F., Mirantsev G.V., Kuznetsov A.B., Fokin P.A., Kosorukov V.L. New Bio-, Chemo- and Magnetostratigraphy of the Santonian–Campanian Boundary in the Kudrino and Aksu-Dere Sections (SW Crimea): Problems of Global Correlation and Selection of the Lower Boundary Stratotype of the Campanian. 2. Magneto- and Chemostratigraphy Discussion. *Stratigraphy and Geological Correlation*, 2021, vol. 29, pp. 518–547.
31. Pearce M.A., Jarvis I., Ball P.J., Laurin J. Palaeobot. Palynol. Palynology of the Cenomanian to lowermost Campanian (Upper Cretaceous) chalk of the Trunch Borehole (Norfolk, UK) and a new dinoflagellate cyst bioevent stratigraphy for NW Europe. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 2020, vol. 278, pp. 104–108.
32. Baraboshkin E.Yu., Guzhikov A.Yu., Aleksandrova G.N., Fomin V.A., Pokrovsky B.G., Grishchenko V.A., Manikin A.G., Naumov E.V. New sedimentological, magnetostratigraphic, and palynological data on the Campanian. Maastrichtian section of Beshkosh Mountain, South Western Crimea. *Stratigr. Geol. Correl.*, 2020, vol. 28, pp. 816–858.
33. Braduchan Yu.V., Gurari F.G., Zakharov V.A. *Bazhenov horizon of Western Siberia (stratigraphy, paleogeography, ecosystem, oil content)*. Novosibirsk, Nauka Publ., 1986. 216 p. (In Russ.)
34. Marinov V.A., Kisluhkhin I.V., Merkulov V.P., Bekirova I.P., Igolnikov A.E., Agalakov S.E. Characteristics of the boundary Jurassic-Cretaceous deposits of the Bolshekhetskaya structural terrace (Western Siberia). *The Cretaceous system of Russia and neighboring countries: problems of stratigraphy and paleogeography. Proc. of the IX All-Russian meeting*. Belgorod, POLITERRA, 2018. pp. 178–182. (In Russ.)
35. Arkadiev V.V., Leskano M., Concheiro A., Guzhikov A.Yu., Baraboshkin E.Yu. Calcareous nannoplankton and magnetostratigraphy of the Tithonian-Berriasian of Eastern Crimea (Feodosiya region). *Cretaceous system of Russia and neighboring countries: problems of stratigraphy and paleogeography. Materials of the 10th All-Russian meeting*. Magadan, JSC "MAOBTI" Publ., 2020. pp. 18–21. (In Russ.)
36. Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M.D., Ogg G.M. *Geologic Time Scale 2020*. 1st ed. Amsterdam, Elsevier, 2020. 1390 p.

Information about the authors

Anton Yu. Kolmakov, Assistant, National Research Tomsk State University, 36, Lenin avenue, Tomsk, 634050, Russian Federation. antokolmakov@mail.ru

Vitaly P. Merkulov, Cand. Sc., National Research Tomsk Polytechnic University, 30, Lenin avenue, Tomsk, 634050, Russian Federation.

Anastasiya S. Semenova, Research Engineer, National Research Tomsk State University, 36, Lenin avenue, Tomsk, 634050, Russian Federation. as.semenova87@mail.ru

Elizaveta N. Osipova, Assistant Professor, National Research Tomsk Polytechnic University, 30, Lenin avenue, Tomsk, 634050, Russian Federation. osipovaen@tpu.ru

Received: 27.04.2024

Revised: 06.05.2024

Accepted: 09.09.2024