

УДК 551.762.2(571.568)

БИОСТРАТИГРАФИЯ И ИСТОЧНИКИ СНОСА ААЛЕНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ АРХИПЕЛАГА НОВОСИБИРСКИЕ ОСТРОВА, ВОСТОЧНАЯ АРКТИКА¹

**В. Б. Ершова^{1, 2, *}, О. А. Лутиков¹, Г. Н. Александрова¹, М. А. Рогов¹, Д. Стокли³, Л.
Стокли³**

¹Геологический институт РАН, Москва, Россия

*²Институт наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета,
Санкт-Петербург, Россия*

³Университет штата Техас, Остин, США

**e-mail: ershovavictoria@gmail.com*

Поступила в редакцию 13.05.2025 г.

После доработки 30.05.2025 г.

Принята к публикации 09.06.2025 г.

Представлены новые данные об ааленских отложениях архипелага Новосибирские острова. На основании находок аммонитов рода *Pseudolioceras* и двустворчатых моллюсков рода *Retroceramus* в керне скважин, пробуренных на юго-востоке острова Котельный и в заливе Геденштрёма, обосновано присутствие отложений нижнего и верхнего аалена. Ааленские комплексы моллюсков имеют низкое таксономическое разнообразие и близки по составу к аналогичным комплексам других арктических регионов. Палинологический анализ позволил уточнить состав высокоширотного комплекса диноцист ааленского возраста: для раннего аалена характерно большее разнообразие, близкое к позднеарктическому, в то время как в позднем аалене наблюдается его снижение. Предполагается, что такие изменения отражают реакцию морских экосистем на резкое похолодание. Впервые приведены изображения характерных ааленских видов двустворчатых моллюсков, аммонитов и палиноморф этого региона. Проведенный анализ распределения возрастов обломочного циркона свидетельствует о

¹ Электронные дополнительные материалы (ESM) для этой статьи доступны по ссылке... для авторизованных пользователей.

том, что источниками кластики для ааленского бассейна осадконакопления являлись породы гренвильско-свеконорвежского, тиманского, каледонского и герцинского орогенов либо переотложенные осадки, образовавшиеся в результате их размыва. Сравнение с распределением возрастов обломочного циркона из юрских отложений других районов Арктики показало значительное сходство полученных нами данных с данными для Баренцевоморского региона, что подтверждает тектоническую связь Новосибирских островов с Баренцевоморским шельфом в юрское время.

Ключевые слова: аален, Арктика, двустворки, аммониты, диноцисты, обломочный циркон

ВВЕДЕНИЕ

Архипелаг Новосибирские острова расположен на северо-востоке моря Лаптевых. На его островах обнажаются в различной степени деформированные палеозойские и мезозойские отложения, перекрытые слабдеформированными и недеформированными отложениями кайнозоя (Косько и др., 1985; Kos'ko, Korago, 2009; Труфанов и др., 1986; Кузьмичев и др., 2018; Ershova et al., 2022a; и ссылки в этих работах). Архипелаг является ключевым объектом при палеогеографических и геодинамических реконструкциях Восточной Арктики. В последние годы основные исследования были направлены на изучение палеозойских отложений и геодинамики региона в палеозое (Данукалова и др., 2015; Danukalova et al., 2019; Ershova et al., 2015a, 2015b, 2016, 2018; Prokopiev et al., 2018a). Изучение мезозойской геологической истории было сосредоточено на уточнении стратиграфической последовательности (Кузьмичев и др., 2009a, 2009b, 2018; Никитенко и др., 2017, 2022; Константинов и др., 2022) и структурно-тектонических исследованиях (Brandes et al., 2015; Prokopiev et al., 2018b).

Юрские отложения на арх. Новосибирские острова в обнажениях практически не встречаются и поэтому остаются малоизученными. Отложения нижней юры выходят на дневную поверхность на левобережье среднего течения р. Балыктах (центральная часть о. Котельный), они сложены аргиллитами с прослоями алевролитов и песчаников (Кузьмичев и др., 2018; Никитенко и др., 2022). Также нижнеюрские отложения вскрыты двумя картировочными скважинами на Земле Бунге, где они представлены песчаниками с подчиненными прослоями алевролитов и аргиллитов. Вскрытая мощность отложений составляет 110 м. Среднеюрские отложения на Новосибирских островах вскрываются только скважинами, их естественные выходы (кроме развалов конкреций с позднебатскими моллюсками в бассейне р. Драгоценная, см. Меледина, 1999) здесь неизвестны. Средняя юра присутствует в картировочной скважине 9 на левобережье

среднего течения р. Балыктах, где она представлена глинистыми алевролитами, аргиллитами и подчиненными прослоями песчаников. Наиболее полный разрез среднеюрских отложений вскрыт серией картировочных скважин (12, 13 и 25) на юго-востоке о-ва Котельный и в заливе Геденштрома (Труфанов и др., 1986; Никитенко и др., 2017). Здесь среднеюрские отложения сложены алевролитами с отдельными прослоями песчаников и аргиллитов, вскрытой мощностью более 200 м. Нерасчлененные отложения юры вскрыты также шестью картировочными скважинами на о. Новая Сибирь (Труфанов и др., 1986).

За исключением позднебатских аммонитов, обнаруженных в бассейне р. Драгоценная, другие среднеюрские окаменелости Новосибирских островов до сих пор не описывались, и их изображения не публиковались, поэтому возраст отложений до настоящего времени оставался недостаточно надежно доказанным.

Геодинамическая эволюция региона до сих пор является дискуссионной. Существует несколько моделей тектонической принадлежности территории архипелага Новосибирские острова и окружающего шельфа, которые можно разделить на три группы:

1) В первой группе моделей предполагается перисибирское происхождение изучаемого района (Kuzmichev, Pease, 2007; Kuzmichev, 2009; Kuzmichev, Danukalova, 2023; Данукалова и др., 2014а, 2014б, 2015; Данукалова, Кузьмичев, 2017, 2018).

2) Во второй группе моделей архипелаг рассматривается как экзотичный по отношению к Сибири блок и сопоставляется с Балтикой, Лаврентией и/или микроплитой Арктическая–Аляска–Чукотка (Till et al., 2014; Akinin et al., 2015; Ershova et al., 2015а, 2015б, 2016, 2018; Davydov, 2016; Prokopiev et al., 2018а, 2018б; Piepjohn et al., 2018).

3) Согласно третьей группе моделей, регион представлял собой отдельный микроконтинент (Верниковский и др., 2013; Жданова и др., 2016; Metelkin et al., 2016; Метелкин и др., 2017; Чернова и др., 2017а, 2017б).

Стоит отметить, что почти все реконструкции основывались на изучении палеозойских комплексов, в то время как раннемезозойская геодинамика и положение архипелага оставались неохваченными предыдущими исследованиями.

Целью проведенных исследований являлось уточнение биостратиграфической характеристики ааленских отложений Новосибирских островов, сравнение изученных комплексов окаменелостей с одновозрастными комплексами смежных регионов, реконструкция источников сноса на основе датирования обломочных цирконов и уточнение среднеюрских геодинамических моделей Арктики.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материал

Материалом для изучения послужили образцы фаунистических остатков из двух картировочных скважин (№№ 12 и 25) на юго-востоке о-ва Котельный и в заливе Геденштрёма (рис. 1). К сожалению, керн пробуренных в конце 1970-х годов на архипелаге Новосибирские острова скважин не сохранился. Авторам работы удалось обнаружить лишь отдельные образцы, отобранные Е.С. Ершовой для изучения встреченных здесь остатков моллюсков и хранившиеся во ВНИИОкеангеология. Поэтому их изучение является уникальной возможностью для характеристики ааленских отложений исследуемого региона, особенно учитывая, что среднеюрские отложения здесь не обнаружены в естественных выходах. Кроме ревизии встреченных в керне моллюсков, нами для четырех образцов из керна скважин 12 и 25 проведен палинологический анализ, а для четырех образцов из керна скв. 25 выполнено U–Pb датирование обломочных цирконов.

Изученная коллекция моллюсков хранится в Апрелевском отделении ВНИГНИ (г. Апрелевка, Московская область) под номером RMA-50.

Методы

Палинология. Была проведена химическая обработка и палинологическое изучение четырех проб: 25ф-22, 25ф-14, 25ф-12 в скв. 25 и 12ф-2 в скв. 12 (рис. 2). Выделение палиноморф осуществлялось из проб керна, содержащих остатки макрофауны, нумерация проб соответствует указанным в работе (Труфанов и др., 1978).

Обработка палинологических образцов проводилась в соответствии со стандартной методикой, принятой в Лаборатории палеофлористики ГИН РАН, включающей (1) воздействие на образцы 10%-ной соляной кислотой (HCl) для удаления карбонатов; (2) воздействие горячим раствором пирофосфата натрия ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \times 10\text{H}_2\text{O}$) для дисперсии глинистого материала с отмывкой через каждые 2 часа с целью удаления глинистых частиц; (3) центрифугирование образцов в тяжелой жидкости (K_2CdI_4) с плотностью 2.25 г/см^3 с целью отделения органической фракции от более тяжелых минеральных частиц; (4) воздействие 70%-ной плавиковой кислотой (HF) для растворения кремнистых компонентов; (5) воздействие 10%-ной соляной кислотой для удаления флюоро-силикатных гелей; (6) отмывку образца в дистиллированной воде и заливку глицерином. Просеивание мацерата через сита не проводилось.

U–Pb датирование обломочных цирконов. Выделение минералов тяжелой фракции проводилось в ГИН РАН (Москва). Выделение монофракции циркона осуществлялось по стандартной схеме: измельчение, ситование на размерные фракции.

Затем фракция <0.25 мм пропусклась через центробежный концентратор, а полученная тяжелая фракция обрабатывалась электромагнитом. Окончательная доводка концентрата осуществлялась в тяжелой жидкости.

Уран-свинцовое датирование циркона проводилось методом LA-ICP-MS в изотопной лаборатории Университета штата Техас (г. Остин, США).

Зерна циркона были закреплены (без полировки) на круглых эпоксидных шайбах диаметром один дюйм с помощью двусторонней клейкой ленты. Исключив полировку и сохранив зерна целыми, стало возможным анализировать зерно перпендикулярно зоне роста от внешней части зерна к ядру (профилирование по глубине). U–Pb датирование циркона проведено методом лазерной абляции на масс-спектрометре Thermo-Fisher Element 2 с использованием эксимерного лазера Photon Machines Analyte.G2 ATLex 300si ArF 193 нм. Данные обрабатывались с использованием плагина Iolite™ (Paton et al., 2011) на платформе Wavemetrics Igor Pro™ и схемы обработки данных VizualAge™ (Petrus, Kamber, 2012). В качестве стандартов использовали GJ-1 (601.7 ± 1.3 млн лет; Jackson et al., 2004) и Pak1 (собственный стандарт 43.0 ± 0.1 млн лет). Методы, используемые для анализа и обработки данных, подробно описаны в (Marsh, Stockli, 2015). Полученные данные приведены в приложении ESM1.

ОПИСАНИЕ РАЗРЕЗОВ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА

Фаунистически охарактеризованные ааленские отложения установлены на юго-востоке о-ва Котельный картировочными скважинами 12 и 13 (рис. 1) под чехлом рыхлых четвертичных отложений на глубинах 4.5–22 м ниже дневной поверхности (Труфанов, 1978). Их залегание изменяется от наклонного (под углом около 45°) в скв. 13 до почти вертикального в скв. 12. С учетом крутого залегания пород действительная мощность ааленских отложений в этих скважинах составляет менее 100 м, а принимая во внимание вероятность тектонического сдвоя, их толщина, вероятно, здесь не превышает 50 м.

В заливе Геденштрома ааленские образования, которые также имеют наклонное залегание, вскрыты скв. 25 в интервале 30.0–90.5 м. Характер взаимоотношения среднеюрских отложений с более древними толщами картировочными скважинами в исследованном районе не установлен.

Согласно Г.В. Труфанову (1978), среднеюрская терригенная толща имеет довольно однородный литологический состав и представлена алевролитами, среди которых присутствуют отдельные прослои песчаников и аргиллитов мощностью от нескольких миллиметров до 0.1–0.3 м.

Алевролиты серые, темно-серые и буровато-серые, слаболитифицированные, глинистые, реже песчанистые, с массивной либо тонкослоистой текстурой. Состав обломочной части алевролитов полимиктовый и представлен кварцем, полевыми шпатами, слюдой, обломками пород (рис. 3). Породы содержат единичные сидеритовые конкреции размером до 5 см.

Песчаники полимиктовые, тонко-, мелко- и среднезернистые, как правило, неравномерно-зернистые, массивные и косослоистые, серого, буровато- и зеленовато-серого цвета (Труфанов, 1978). Кварцевые зерна угловатые, полуокатанные, реже хорошо окатанные, полевые шпаты угловатые. Среди литических обломков преобладают кремнистые, реже встречаются кислые и средние вулканиты и метаморфические сланцы. Аргиллиты массивные, неслоистые, очень слабо литифицированные, содержат, как правило, примесь (от 5 до 30–40%) алевритовых и песчаных зерен (Труфанов, 1978).

Согласно Г.В. Труфанову (1978), по всему разрезу скважины присутствуют многочисленные остатки двустворчатых моллюсков (с обр. 25ф-1 по обр. 25ф-25), которые по определениям Е.С. Ершовой представлены *Mytilocerasmus elegans* (Kosch.)², *M. lungershauseni* (Kosch.), *M. jurensis* (Kosch.), *M. cf. elegans* (Kosch.), *M. cf. lungershauseni* (Kosch.), *M. cf. jurensis* (Kosch.), *M. cf. menneri* (Kosch.), *M. sp. indet.*, *M. sp. juv.*, *Dacryomya cf. lacrima* (Sow.), а в основании разреза обнаружен обломок боковой стороны ядра аммонита (обр. 25ф-23) *Pseudolioceras sp.* (aff. *maclintocki*. (Haught.)). По мнению Е.С. Ершовой, аналогичные двустворчатые моллюски встречаются в ааленских отложениях Приверхоянского прогиба и в бассейнах рек Колыма и Омолон.

Также в скв. 25 В.А. Басовым и Н.В. Шаровой в 19 пробах определены разнообразные фораминиферы, отнесенные к комплексу с *Saccamina ampullacea* и *Lenticulina nordvikensis* верхов нижнего аалена–среднего аалена (Труфанов, 1978).

В скважине 12 в интервале глубин 9–101.5 м вскрыта субвертикально залегающая пачка слабосцементированных слоистых глинистых алевролитов, содержащих отдельные бурые сидеритовые стяжения диаметром до 5 см. Слоистость пород обусловлена наличием тонких (до 3 мм) слойков более светлого песчанистого алевролита. В алевролитах обнаружены плохо сохранившиеся раковины двустворчатых моллюсков (обр. 12ф-1–12ф-5) *Mytilocerasmus elegans* (Kosch.) (определения Е.С. Ершовой) и фораминиферы (обр. 12ф-4, 12ф-5) *Nodosaria candela* Franks, *Lingulonodosaria fimbriata* Scharov. (определение Н.В. Шаровской) (Труфанов и др., 1978).

² Здесь и далее определения, приводимые по литературным данным, даются в их оригинальном написании.

Ааленские алевроглинистые отложения были выделены Б.Л. Никитенко с соавторами (Никитенко и др., 2017) в зееберговскую толщу (рис. 2) со стратотипом в интервале 30.0–90.5 м разреза скв. 25. Контакты толщи с нижележащими отложениями не установлены, и она перекрыта кайнозойскими терригенными отложениями. В разрезах скважин, вскрывших зееберговскую толщу, были прослежены три зональных комплекса фораминифер, в которых количественно преобладают и таксономически разнообразны известковистые формы. В нижней части разреза скв. 25 в пачке частого чередования алевролитов и песчаных алевролитов (Никитенко и др., 2017, 2018) (рис. 2) указываются многочисленные фораминиферы, характерные для верхней части зоны *Astacolus praefoliaceus*, *Lenticulina multa* (JF12) верхов тоара–нижней части аалена. Более высокие горизонты зееберговской толщи отнесены к зоне *Astacolus zwetkovi* (JF16) (верхняя часть нижнего аалена–верхний аален), а ее верхи – к зоне *Lenticulina nordvikensis* (JF17) (верхняя часть верхнего аалена).

Этими же авторами (Никитенко и др., 2018) к верхнему тоару была отнесена муруннахская толща, содержащая комплекс фораминифер зоны *Trochammina taimyrensis* (JF13), а в нижней части – диноцисты зоны *Phallocysta eumekes*, *Susadinium scrofoides* (JD3) и спорово-пыльцевой комплекс палинозоны *Piceapollenites variabiliformis*, *Cyathidites minor*, *Osmundacidites* spp., *Dipteridaceae*, *Marattisporites scabratus* (JSP7) верхнего тоара. С учетом того, что верхняя часть фораминиферовой зоны JF12 и зона JF13 отвечают одному стратиграфическому интервалу верхов тоара и нижнего аалена (Никитенко, 2009, с. 220; Никитенко и др., 2013, с. 1066), не исключено, что нижняя часть зееберговской толщи и верхняя часть муруннахской толщи одновозрастны.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Аммониты

В коллекции имеется единственный образец небольшого аммонита, встреченного в нижней части разреза скв. 25 (обр. 25-23ф, табл. I, фиг. 1). Этот экземпляр, представленный внутренним ядром и отпечатком, был определен Е.С. Ершовой как *Pseudolioceras* sp. (aff. *maclintocki* (Naught.)). Нами он переопределен как *P. (P.) cf. maclintocki* (Naught.), его описание приведено ниже. Вид *P. (P.) maclintocki* широко распространен в нижнем аалене Арктики. Его находки известны на Шпицбергене, Земле Франца-Иосифа, севере Восточной Сибири, Северо-Востоке и Дальнем Востоке России, а также в Арктической Канаде и на Северной Аляске (Imlay, 1976; Репин, 2017). Во всех этих регионах нижнеааленские комплексы аммонитов характеризуются очень низким таксономическим разнообразием. Только в Арктической Канаде совместно с *P. (P.)*

mclintocki/P. (P.) cf. *mclintocki* встречаются *Leioceras opalinum* и *Tmetoceras* (Frebold, 1960; Poulton, 1991). Возможно, на Шпицбергене P. (P.) *mclintocki* и *Leioceras* также происходят из одного стратиграфического интервала, но там все находки ааленских аммонитов встречены в конгломерате со смешанной фауной тоара–аалена (Ершова, Репин, 1983).

НАДСЕМЕЙСТВО HILDOCERATOIDEA HYATT, 1867

СЕМЕЙСТВО HILDOCERATIDAE HYATT, 1867

ПОДСЕМЕЙСТВО HARPOCERATINAE NEUMAYR, 1875

Род *Pseudolioceras* Buckman, 1889

Подрод *Pseudolioceras* Buckman, 1889

***Pseudolioceras* (*Pseudolioceras*) cf. *mclintocki* (Haughton, 1858)**

Табл. I, фиг. 1

Описание. Изученный образец представлен отпечатком и внутренним ядром неполного (сохранилось чуть меньше половины оборота) ювенильного экземпляра. Раковина небольшая (сохранилась часть диаметром около 3 см), с умеренно узким умбиликусом. Скульптура представлена хорошо выраженными первичными одиночными ребрами (~7 на четверть оборота). Ребра, наклоненные в сторону устья, появляются немного выше умбиликального перегиба. Чуть выше нижней трети боковой стороны они серповидно изгибаются и одновременно ослабевают и вблизи вентральной стороны почти исчезают. Изученный образец сильно раздавлен, и о поперечном сечении оборотов что-то сказать трудно. Киль хорошо выражен. Лопастная линия не сохранилась.

Сравнение. Изученный нами экземпляр отличается от типичных P. (P.) *mclintocki* (Haught.) (см., например, выборки, изображенные в (Крымголец, 1977; Сей, Калачева, 1980; Репин, 2017)) слабовыраженными ребрами в верхней части оборотов, тогда как для этого вида характерна сильновыраженная скульптура в верхней части боковой стороны. В то же время известны находки P. (P.) *mclintocki*, у которых тоже сильнее выражены ребра в приумбиликальной части оборота, по крайней мере, на внутренних оборотах (Калачева, Сей, 1972, табл. III, фиг. 1, 2, 8; Сей, Калачева, 1980, табл. V, фиг. 9, 13; Князев, 1991, табл. 12, фиг. 15). По хорошо выраженным первичным ребрам он напоминает некоторые экземпляры, относящиеся к более молодому подроду *Pseudolioceras* (*Tugurites*) (Князев и др., 2007а, табл. 2, фиг. 7, 11–14), но отличается от них нерезким умбиликальным перегибом.

Замечания. В большинстве публикаций данный вид имеет написание P. *maclintocki*. Однако Хаугтон (Haughton, 1858, с. 244) описал этот таксон под названием *Ammonites M'Clintocki*. Согласно Кодексу зоологической номенклатуры (Международный..., 2004, статья 32.5.2.3), название *M'Clintocki* должно быть исправлено на *mclintocki*. Типовой экземпляр P. (P.) *mclintocki* (голотип по монотипии, представленный фрагментом оборота)

до самого последнего времени был известен только по рисунку (Haughton, 1858, табл. IX, фиг. 2-4) и считался утерянным (Репин, 2017). Но недавно этот образец был обнаружен в коллекции Музея королевского общества Дублина (Royal Dublin Society museum) и переизображен (Monaghan, 2009, фиг. 8). Хотя рисунок в работе Хаугтона несколько идеализирован, он в целом верно передает особенности скульптуры данного вида.

Материал. В коллекции имеется раздавленный фрагмент аммонита (чуть менее половины оборота) и его отпечаток, полевой номер образца № 25ф-23/1. Сборы; Новосибирские о-ва, Земля Бунге, залив Геденштрома, скв. 25, гл. ~86 м, средняя юра, нижний аален.

Двустворчатые моллюски

В скв. 25 присутствует последовательность двустворок рода *Retroceramus*, позволяющая выделить два комплекса. В обр. 25-23ф, 25-22ф, 25-21ф и 25-20ф встречены экземпляры, близкие к *Retroceramus elegans* (Kosch.) (табл. I, фиг. 2–4) и *Retroceramus lungershauseni* Kosch. (табл. I, фиг. 7–9). Вид *Retroceramus elegans*, характеризующийся овальными контурами створок, скошенной, равностворчатой и неравносторонней раковиной, известен из слоев с *Pseudolioceras mcIntocki* на pp. Моторчуна и Молодо Восточной Сибири. Вид *Retroceramus lungershauseni*, характеризующийся округленно-овальными контурами створок, не выдающимися над замочным краем макушками, коротким замочным краем, известен из нижнего аалена на р. Молодо (Кошелкина, 1963).

В обр. 25-14ф встречен экземпляр, близкий к *Retroceramus jurensis* (Kosch.) (табл. I, фиг. 10). Вид *Retroceramus jurensis*, характеризующийся продолговато-овальными очертаниями, хорошо обособленными макушками, известен из верхнего аалена р. Анадырь на Северо-Востоке России из слоев с *Tugurites* cf. *tugurensis* Kalatsheva et Sey (Кошелкина, 1969). В разрезе Анабарской губы в Восточной Сибири он присутствует в зоне *Pseudolioceras* (*Tugurites*) *whiteavesi* (White) верхнего аалена (Меледина, Шурыгин, 2000). В обр. 25-6ф встречен неполный экземпляр, отнесенный к *Retroceramus* cf. *mongkensis* Kosch. Ретроцерамы с типичными для *R. mongkensis* узкими, продолговато-овальными контурами раковины и частыми округлыми дихотомирующими концентрическими складками, покрывающими всю поверхность раковины, известны из нижней части верхнего аалена р. Монгке на Северо-Востоке России (Кошелкина, 1969, 1980) и из верхнего аалена Анабарской губы в Восточной Сибири (Меледина, Шурыгин, 2000).

В скв. 12 в образце 12-2ф встречены один неполный и один ювенильный экземпляры, которые отнесены к раннеааленским *Retroceramus elegans*.

Распределение ретроцерамид в скв. 25 позволяет установить присутствие зон, которые с некоторой долей условности сопоставляются с нижним ааленом (зона *R. elegans*) и верхним ааленом (зона *R. jurensis*). В скв. 12 встречены только раннеааленские таксоны зоны *R. elegans*.

Ааленский ярус Арктики и проблемы его расчленения по моллюскам

Обоснование границ и корреляция бореального аалена с его тетическими эквивалентами является одним из сложных вопросов стратиграфии юры. Эпиконтинентальные моря на территории Сибири и Северо-Востока России в юрском периоде входили в состав Панбореальной надобласти в ранге Арктической области (Сакс и др., 1971; Палеогеография..., 1983; Захаров и др., 2003). Начиная с позднего тоара и до бата включительно здесь существовали эндемичные аммониты, по которым прямая корреляция местных зональных подразделений со стандартными шкалами Европы невозможна. Зональная схема ааленского яруса для бореальной юры России впервые была разработана И.И. Сей и Е.Д. Калачевой на Дальнем Востоке по разрезам Торомского прогиба (Калачева, Сей, 1972; Сей, Калачева, 1980). Здесь были прослежены комплексы аммонитов и установлена зональная последовательность аммонитов для ааленского яруса, включающая зоны *Pseudolioceras* (*P.*) *beurichi*, *P.* (*P.*) *mcintocki* и *P.* (*Tugurites*) *tugurensis*. Указанные подразделения стали основой зональной шкалы для аалена Северо-Востока СССР и Сибири (Зональная..., 1991).

Единственным видом аммонитов, распространенным в пограничных тоар-ааленских отложениях тетических и бореальных разрезов, является *Pseudolioceras beurichi*. В 1967 г. Е.Д. Калачева и И.И. Сей, занимавшиеся изучением юрских разрезов Западного Приохотья, пришли к выводу о преимущественно раннеааленском возрасте этого вида в Западной Европе, на Кавказе и на Востоке СССР (Калачева, Сей, 1967). На 2-м Дальневосточном межведомственном стратиграфическом совещании слои с *Pseudolioceras beurichi* были включены в зону *Pseudolioceras mcintocki* нижнего аалена (Решение..., 1971). Это решение привело к принятию ааленского возраста слоев с *Pseudolioceras beurichi* в стратиграфической схеме Северо-Востока СССР (Решения..., 1978) и Сибири (Решения..., 1981).

Позднее было установлено, что вид *Pseudolioceras beurichi* в разрезах Западной Европы появляется в позднем тоаре. В разрезах Британии *Pseudolioceras beurichi* распространен в верхнетоарской зоне *Dumorteria levesquei* и нижней части ааленской зоны *Leioceras opalinum* (Howarth, 1992). Во Франции *P. beurichi* встречен в верхней подзоне верхнетоарской зоны *Dumortieria pseudoradiosa* (Elmi et al., 1997). В последнее время

появились сведения о нахождении *Pseudolioceras beyrichi* в подзоне *Pleydellia aalensis* в Германии (Arp, 2010; Arp et al., 2021).

Находки *P. (P.) beyrichi* из Сибири, Северо-Востока и Дальнего Востока России, по мнению Ю.С. Репина (2017), отличаются от европейских представителей вида более слабо выраженной скульптурой и должны относиться к подвиду *P. (P.) beyrichi orientale* Repin, 2017. Ю.С. Репин считает, что *P. (P.) beyrichi orientale* характерен для самых низов аалена, но прямых доказательств возраста этих аммонитов в Арктике нет, и предложенная этим автором зона *Beyrichi orientale* может полностью или частично иметь позднетоарский возраст.

На северосибирском материале в терминальной части тоара отмечалась непрерывная филогенетическая последовательность близкородственных видов – *P. (P.) falcodiscus* (Quenst.) и *P. (P.) beyrichi* (Schloen.) (Князев, 1991; Князев и др., 2007а, 2007б), поэтому В.Г. Князевым было предложено проводить границу между тоарским и ааленским ярусами на Северо-Востоке Азии по появлению “типичных представителей *P. (T.) maclintocki* (Naught.), характеризующихся “ребристой стадией”, охватывающей более двух оборотов, включая жилую камеру” (Князев и др., 2007б, с. 40).

В связи с редкостью находок *P. (P.) beyrichi* и *P. (P.) maclintocki* в бореальных разрезах и неясностью их стратиграфического положения, для установления границы нижней и средней юры могут быть использованы данные по другим группам окаменелостей. В бореальных областях России параллельно с аммонитовой шкалой разработаны и широко используются шкалы по двустворкам рода *Retroceramus*. Однако сопоставление шкал по ретроцерамидам между собой до сих пор осуществлялось только с использованием данных по аммонитам (рис. 4). Соответственно, положение отдельных зон по двустворкам в шкалах нестабильно. Так, зону *Retroceramus elegans* в Сибири помещают в среднюю часть верхнего аалена (Решение..., 2004). На Северо-Востоке России зона отвечает всему верхнему аалену (Решения..., 2009), тогда как согласно представлениям З.В. Кошелкиной вид *Retroceramus elegans* имеет раннеааленский возраст (Кошелкина, 1963).

Древнейшие ретроцерамиды в разрезах Восточной Сибири относятся к группам *menneri* и *elegans* (Кошелкина, 1963). Их первое появление в разрезах достоверно зафиксировано в слоях с *Pseudolioceras (P.) maclintocki* на реках Моторчуна и Молодо (Кошелкина, 1963; Стратиграфия..., 1976). На р. Келимьяр интервал с *Pseudolioceras (P.) beyrichi* занимает более низкое положение по сравнению с уровнем появления *Retroceramus elegans* (Lutikov, 2024). На р. Вилига уровень с *Pseudolioceras beyrichi* также занимает в разрезе более низкое положение по сравнению со слоями, содержащими

Retroceramus elegans и *Pseudolioceras mcIntocki* (Кошелкина, 1980). На р. Монгке *Retroceramus elegans* встречены в одних слоях с аммонитами *Pseudolioceras mcIntocki* (Кошелкина, 1980). В разрезах Дальнего Востока древнейшие своеобразные ретроцерамиды встречаются вместе с *P. (P.) beyrichi* (Сей, 1972; Сей, Калачева, 1980). Следует также отметить, что *Retroceramus mytiliformis* (Fantini) и *R. elburzensis* (Fantini), появляющиеся совместно с *Pseudolioceras (P.) beyrichi*, впервые были описаны из тоарских отложений Ирана и приводились в комплексе совместно с поздне-тоарскими аммонитами *Polyplectus* sp. ind., *Pleydellia* sp. ind., *Grammoceras* cf. *fluitans* (Dumortier), *Dumortieria* cf. *tabulata* Buckman (Fantini Sestini, 1966), а первое появление *Retroceramus elegans* отмечено в зоне *Pseudolioceras mcIntocki* в Тугурском заливе и в бассейне р. Бурея (Сей, Калачева, 1980). С учетом того, что факт появления *Pseudolioceras (P.) beyrichi* в верхнем тоаре подтвержден совместным нахождением с зональными поздне-тоарскими аммонитами в европейских разрезах, основание средней юры в Восточной Сибири и на Северо-Востоке России может быть совмещено с основанием зоны *Pseudolioceras mcIntocki* и появлением в разрезах ретроцерамид из группы *elegans*. Хотя такое проведение границы тоара и аалена в определенной степени условно, оно имеет объективное преимущество по сравнению с принятым в существующих региональных схемах, поскольку граница проводится по двум группам фауны. Ориентируясь на данные, полученные по разрезам Германии, как наиболее хорошо сопоставимым с арктическими разрезами тоара России не только по аммонитам, но и по двустворчатым моллюскам (Lutikov, 2024), можно предположить, что в Восточной Сибири и на Северо-Востоке России появление в разрезах *Pseudolioceras beyrichi* отвечает подзоне *Pleydellia aalensis* верхнего тоара.

Первое появление в разрезах Восточной Сибири вида *Retroceramus jurensis* достоверно зафиксировано на западном берегу Анабарской губы в слоях с *Pseudolioceras (Tugurites) whiteavesi* верхнего аалена (Меледина, Шурыгин, 2000). На Северо-Востоке России этот вид встречен в слоях с *P. (Tugurites) cf. tugurensis* верхнего аалена на р. Анадырь (Кошелкина, 1969). Ориентируясь на приведенные данные, по-видимому, в разрезах Восточной Сибири и Северо-Востока России зону *Retroceramus elegans* следует относить к нижнему аалену, а зону *Retroceramus jurensis* – к верхнему аалену, хотя обоснование положения границы между подъярусами аалена в Арктике остается во многом условным.

На основании проведенного анализа предлагается авторский вариант зонального деления аалена Восточной Сибири (рис. 4).

Палинология

Извлеченные палиноморфы представлены спорами и пылью растений, цистами динофлагеллат, акритархами, прازیнофитами и органическими оболочками фораминифер, что свидетельствует о прибрежно-морском генезисе изученных отложений. Сохранность палиноморф в скв. 12 удовлетворительная, в скв. 25 – плохая, многие из них разорваны; присутствует большое количество фрагментов тканей растений, углистых частиц. В целом палиноспектры проб из обеих скважин близки, основное отличие между ними состоит в сокращении количества микрофитопланктона и разнообразия спор и пылицы, возрастании количества двумешковой пылицы голосеменных в пробах из скв. 25.

Определенным в скважинах спорово-пыльцевым спектром свойственно высокое содержание двумешковой пылицы голосеменных (*Coniferales*) и спор *Osmundacidites* spp. (табл. II). Среди пылицы голосеменных постоянно присутствуют *Gingkocycadophytus*, *Inaperturpollenites*, *Piceapollenites*, *Alisporites*, *Podocarpidites*, *Schasmatosporites*, спорадически в виде единичных экземпляров *Cycadopites*, *Quadraeculina limbata*, *Pinuspollenites*, *Sciadopytisporites multiverrucosus*, *Callialasporites*. Споры в пробах из обеих скважин не разнообразны; кроме частых *Osmundacidites*, относительно постоянны различные *Stereisporites* (*S. psilatus*, *S. congregatus*, *S. compactus*), *Leiotriletes* sp., *Lycopodiumsporites* sp. (табл. I).

Спорово-пыльцевая часть палиноспектров образцов из скв. 12 и 25 объединена в единый палинокомплекс, который по общему систематическому и количественному составу коррелируется с комплексом слоев по спорам и пылице **7b** – *Piceapollenites* spp., *Stereisporites* spp., *Quadraeculina limbata*, *Dictyophyllidites* spp., *Marattisporites scabratus*, датированных поздним тоаром–инициальным ааленом (Ильина, 1985, 1997; Ильина и др., 2011; Решение..., 2004). Особенностью палиноспектров проб из скв. 25 является постепенный рост снизу вверх по разрезу количества спор *Cyathidites*, частая встречаемость которых на севере Средней Сибири характерна для верхнего аалена (Ильина, 1985). Последнее указывает на относительно более высокое стратиграфическое положение отложений в скв. 25, отвечающее переходному от раннего к позднему аалену, что согласуется с данными изучения фораминифер (Никитенко и др., 2017, 2018) и приведенными выше данными по двустворкам.

Микрофитопланктон обилен и наиболее разнообразен в пробе 12ф-2 (скв. 12), а в пробах из скв. 25 его количество и разнообразие низкое и вверх по разрезу значительно сокращается (табл. II). Комплекс диноцист характеризуется частыми *Phallocysta* (*P. arctica*, *P. eumekes*, *P. elongata*) и *Nannoceratopsis* (в основном *N. gracilis*) при их примерно равном

количественном соотношении, что наблюдается в скв. 12 и 25. Постоянно встречается *Caddasphaera halosa*. Только в керне скв. 12 присутствуют *Parvocysta cf. bullula*, *Parvocysta cf. bjaerkei*, *Batiacasphaera sp.*, *Scrinioecassis cf. limbicavatus*. Кроме диноцист микрофитопланктон представлен частыми акритархами, празиофитами и органическими выстилками фораминифер.

Установленный на о. Котельный в нижней части муруннахской толщи комплекс диноцист зоны *Phallocysta eumekes*, *Susadinium scrofoides* (JD3) (Никитенко и др., 2018) на родовом уровне схож с установленным в пробе 12ф-2 в скв. 12. Однако количественные соотношения в них различны. Так, в комплексе из муруннахской толщи доминируют *Phallocysta eumekes*, при небольшом количестве *Phallocysta elongata*, *Mancodinium semitabulatum*, *Nannoceratopsis spp.* (*N. deflandrei senex*, *N. deflandrei*, *N. gracilis*, *N. sp.*), *Valvaeodinium sp.*, *Mendicodinium sp.* Как и в комплексе микрофитопланктона из скв. 12 и 25, в муруннахской толще присутствуют частые акритархи, празиофиты.

Выявленная в скв. 12 и 25 ассоциация диноцист близка к комплексам, установленным в разрезах нижнего аалена Восточной Сибири (р. Келимйр) и Таймыра (скв. Тулай-Кирякская 1) (Горячева, 2020, 2022, 2023), которые характеризуются крайне низким таксономическим разнообразием (*Phallocysta spp.*, *Valvaeodinium spp.*) и участием диноцист. В изученных пробах из скв. 25 и 12 также установлен схожий с раннеааленскими толщами Восточной Сибири состав акритарх, празиофитов, включая редкие колониальные водоросли *Botryococcus sp.*

Присутствие среди диноцист различных представителей *Phallocysta* указывает на возраст изученных отложений не древнее позднего тоара (Ильина, 1997; Решение..., 2004; Горячева, 2017; Никитенко и др., 2018). Ранее было показано, что комплексы диноцист тоара Сибири схожи с установленными на севере Англии, в Свердрупском бассейне и на Шпицбергене (Ильина, 1994). В изученном нами материале разнообразные маленькие цисты с интеркалярным археопилем “группы *Susadinium*” (Wille, 1982) или “свиты *Parvocysta*” (Riding, 1984), частая встречаемость которых характерна для позднего тоара северных районов Сибири (Ильина, 1985, 1994, 1997; Горячева, 2017, 2023), обнаружены в единичных экземплярах только в скв. 12. Исчезновение *Parvocysta cf. bullula*, появление *Batiacasphaera sp.*, *Scrinioecassis cf. limbicavatus*, установленное в скв. 12 в разрезах суббореальных и бореальных районов Северо-Западной Европы, приурочено к раннему аалену (Riding, 1984; Riding, Thomas, 1992; Poulsen, Riding, 2003; Feist-Burkhardt, Pross, 2010), что позволяет относить отложения к нижнему аалену.

Отметим, что в изученном нами материале довольно часты *Nannoceratopsis*, которые в разрезах Сибири характерны для верхней части нижнего тоара. В то же время

присутствие не отмечаемых в тоаре Сибири *Scriniocassis* cf. *limbicavatus*, *Valvaeodinium* cf. *cavum*, *Batiacasphaera* sp., *Caddasphaera halosa* (табл. II) сближает комплекс диноцист из скв. 25 и 12 с комплексом диноцист нижнего аалена из типовой местности ааленского яруса, в котором также отмечаются частые *Nannoceratopsis* (Feist-Burkhardt, Pross, 2010).

Обращает на себя внимание встречаемость в скв. 12 и 25 морфотипа рода *Phallocysta* с заметной орнаментацией – *P. arctica*. Ранее было установлено, что присутствие орнаментированных видов *Phallocysta* (*Phallocysta frommernensis*, *Phallocysta thomasi*) присуще ааленским отложениям различных регионов Бореальной области – арктической части Норвегии и Баренцева моря (Smelror, 1991; Bujak et al., 2022), юго-запада Германии и севера Швейцарии (Feist-Burkhardt, Pross, 2010).

Результаты U–Pb датирования обломочного циркона и реконструкция источников сноса

Образцы 25-21ф, 25-23ф и 25-24ф, отобранные из нижней части разреза аалена в скв. 25 (рис. 2), имеют сходное распределение возрастов обломочного циркона и объединены вместе для построения диаграмм и дальнейшей интерпретации (рис. 5). Сорок пять процентов зерен обломочного циркона имеют докембрийский возраст, 17% – палеопротерозойский, образуя отчетливый кластер в возрастном диапазоне 2000–1750 млн лет. Зерна архейского возраста единичные. Тридцать пять процентов зерен циркона имеют мезо- и неопротерозойские возрасты, образуя две основные популяции в возрастных диапазонах 1600–1300 и 650–550 млн лет. Палеозойские зерна циркона составляют 49% от числа датированных зерен, и среди них преобладают позднепалеозойские кристаллы, формирующие отчетливые возрастные группы около 320, 295 и 260 млн лет. Раннепалеозойские зерна группируются около 510 и 480 млн лет. Триасовые зерна (5%) не образуют значимых пиков. В пробе одно зерно имеет юрский возраст кристаллизации – 173.4 ± 6.7 млн лет.

В образце 25-6ф керна скв. 25, отобранном из верхнеааленских песчаников (рис. 2), наиболее многочисленны зерна обломочного циркона докембрийского возраста (80%), среди которых преобладают зерна мезо- и неопротерозойского возрастов. Палеозойские зерна разделяются на две популяции: раннепалеозойскую с кембрийско-раннеордовикскими возрастами и каменноугольную с возрастами кристаллизации в интервале от 350 до 305 млн лет (рис. 5).

Распределение возрастов обломочного циркона в изученных образцах весьма сходно и указывает на единый источник сноса (рис. 5). Архейские (2900 до 2600 млн лет) и позднепалеопротерозойские (1900–1700 млн лет) зерна циркона единичны. Сходные по возрасту магматические и метаморфические события известны в фундаменте всех

крупных континентов, например Сибири и Балтики (Smelov, Timofeev, 2007; Bogdanova et al., 2008; Donskaya, 2020). Позднепалеопротерозойские и мезопротерозойские зерна циркона не имеют прямой связи с магматическими и метаморфическими породами, известными в фундаменте Сибири, так как на этот возрастной интервал приходится так называемый Сибирский амагматичный интервал (Siberian Gap) (Gladkochub et al., 2010), который характеризуется отсутствием магматизма кислого и среднего состава этого возраста на Сибирском континенте.

Позднепалеопротерозойские возрасты обломочного циркона (1800–1600 млн лет) можно сопоставить с возрастом Транскандинавского магматического пояса (Larson, Berglund, 1992; Andersson et al., 2004; Gorbatshev et al., 2004). Раннемезопротерозойские возрасты циркона хорошо коррелируются с возрастом магматизма, связанного с телемарковской орогией Балтики между 1.52–1.48 млрд лет назад (Bingen et al., 2008a, 2008b; Roberts et al., 2013; Slagstad et al., 2020). Многочисленные возрастные оценки циркона в диапазоне 1500–1000 млн лет, вероятно, отвечают возрасту магматических и метаморфических событий, широко распространенных в Гренвиле-Свеконорвежском орогене, включая вовлеченные в орогенез более древние террейны (Bingen et al., 2008a, 2008b; Rivers et al., 2012; Spencer et al., 2014, 2015).

Неопротерозойские оценки возраста циркона имеют подчиненное значение, в основном попадают в возрастной диапазон 650–550 млн лет и хорошо сопоставляются с аккреционно-коллизийными событиями, известными в Тиманском орогенном поясе (Кузнецов, 2006, 2008; Gee, Pease, 2004; Gee et al., 2008; Kuznetsov et al., 2010).

Раннепалеозойский обломочный циркон имеет широкий разброс возрастов от 510 до 420 млн лет, которые группируются в два основных пика около 510 и 480 млн лет. Магматические и метаморфические события раннего–среднего палеозоя широко проявлены в каледонской складчатой системе (Roberts, 2003; Gee et al., 2008; Gee, 2015; Corfu et al., 2014). Также ранне-среднеордовикские магматические образования известны в Карском террейне (о. Октябрьской Революции, арх. Северная Земля) (Lorenz et al., 2007; Prokopyev et al., 2019; Kurapov et al., 2020).

Позднепалеозойские возрастные оценки циркона сопоставляются с различными магматическими и метаморфическими событиями уралид, которые проявлены как на Урале (Пучков, 2000, 2010), так и в фундаменте Западно-Сибирской плиты. Многочисленные позднепалеозойские интрузии широко распространены также в Таймыро-Североземельской складчатой системе (северо-восточная ветвь уралид) (Augland et al., 2019; Vernikovsky et al., 2020; Kurapov et al., 2021a, 2021b, 2024).

Анализ распределения возрастов обломочного циркона позволяет заключить, что источником сноса обломочного материала являлись породы, претерпевшие гренвильско-свеконорвежское, тиманское, каледонское и герцинское орогенные события, или переотложенные продукты их размыва.

Проведенное сравнение распределения возрастов обломочного циркона из юрских отложений севера Сибирской платформы, арх. Новосибирские острова и Баренцевоморского региона показало, что ааленским отложениям юго-востока о-ва Котельный наиболее близки юрские толщи Баренцевоморского региона (рис. 6).

Отдельно стоит отметить, что распределение возрастов обломочного циркона из верхнеюрских отложений о. Столбовой (Miller et al., 2008) существенно отличается от такового для циркона из ааленских отложений юго-востока о-ва Котельный (рис. 6). Это хорошо согласуется с предполагаемым расположением Южно-Аннуйской сутуры между о. Столбовой и островами Анжу арх. Новосибирские острова (например, Prokoriev et al., 2018b).

Полученные данные однозначно свидетельствуют о том, что юрские отложения о. Столбовой представляли собой дистальную часть пассивной окраины Сибирского континента, а острова Анжу и окружающий их шельф, как и в палеозое, находились в средней юре в составе экзотичного по отношению к Сибири блока.

Сходство в распределении возрастов обломочного циркона из ааленских отложений юго-востока о-ва Котельный и юры Баренцевоморского региона (рис. 6) подтверждает предположение о том, что острова Анжу, относящиеся к арх. Новосибирские острова, находились на продолжении Баренцевоморского шельфа не только в палеозое (Ershova et al., 2015a, 2015b, 2018), но и в юрское время.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По аммонитам и двустворчатым моллюскам в кернах скважин обосновано присутствие ааленских отложений на Новосибирских островах. Впервые приведены изображения характерных видов двустворок рода *Retroceramus* и аммонитов рода *Pseudoliosceras* этого региона. Хотя сопоставление шкал бореального аалена со стандартными шкалами Западной Европы во многом условное, полученные данные с учетом материалов по смежным регионам позволили установить присутствие обоих подъярусов аалена. Комплексы ааленских моллюсков Новосибирских островов близки по составу разновозрастным комплексам других районов Арктики и отличаются низким таксономическим разнообразием.

Палинологическое изучение нижнего и верхнего аалена Новосибирских островов позволило впервые уточнить состав высокоширотного комплекса диноцист этого времени. Показано, что в раннем аалене они были относительно разнообразны и близки позднеарктическому, а в позднем аалене – менее разнообразны и встречались в малом количестве. Мы предполагаем, что незначительное количество диноцист и появление орнаментации у представителей рода *Phallocysta* является реакцией на интенсивное, быстрое глобальное похолодание, сопровождавшееся снижением температуры морской воды, что подтверждается находками разнесенных льдом обломков пород – глендонитов (Rogov et al., 2023) – и значительным снижением биоразнообразия морских организмов в ааленское время в Арктике (Меледина и др., 2005).

Анализ распределения возрастов обломочного циркона указывает на то, что источниками обломочного материала служили породы гренвилляско-свеконорвежского, тиманского, каледонского и герцинского орогенов либо переотложенные осадки, образовавшиеся в результате их размыва. Сравнение возрастов обломочного циркона из юрских отложений северной части Сибирской платформы, арх. Новосибирские острова и Баренцевоморского региона показало, что спектры распределения возрастов, полученные нами для обломочного циркона из ааленских отложений юго-востока о-ва Котельный, наиболее близки к таковым для циркона из юрских отложений Баренцевоморского региона. Это подтверждает, что острова Анжу являлись продолжением Баренцевоморского шельфа не только в палеозое, но и в юрское время.

Благодарности. Материал для исследований был получен благодаря содействию коллег из ВНИИОкеангеология (Санкт-Петербург). Мы признательны рецензентам Д.Н. Киселеву, А.В. Прокопьеву и Ю.Д. Захарову, чьи замечания и комментарии способствовали улучшению статьи.

Источники финансирования. Работа выполнена в рамках госзадания Геологического института РАН.

Вклад авторов. Изучение шлифов, датирование обломочных цирконов и геодинамический анализ выполнены В.Б. Ершовой; в датировании обломочных цирконов также принимали участие Д. и Л. Стокли. Изучение коллекции моллюсков и уточнение стратиграфии по этой группе было проведено О.А. Лутиковым (двустворчатые моллюски) и М.А. Роговым (аммониты). Палинологические исследования выполнены Г.Н. Александровой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Верниковский В.А., Добрецов Н.Л., Метелкин Д.В., Матушкин Н.Ю., Кулаков И.Ю. Проблемы тектоники и тектонической эволюции Арктики // Геология и геофизика. 2013. Т. 54. № 8. С. 1083–1107.

Горячева А.А. Биостратиграфия нижнеюрских отложений Восточной Сибири по данным палинологии // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2017. Т. 25. № 3. С. 29–60.

Горячева А.А. Предварительные результаты палинологических исследований пограничных отложений верхнего тоара–нижнего аалена Северо-Востока Сибири (обн. 7А, р. Келимяр) // Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Материалы VIII Всероссийского совещания с международным участием. Онлайн-конференция (Сыктывкар, 7–10 сентября 2020 г.). Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2020. С. 49–51.

Горячева А.А. Палинологическая характеристика нижнего аалена северо-востока Восточной Сибири (обн. 7Б, р. Келимяр) // Интерэкспо ГЕО-Сибирь “Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Экономика. Геоэкология”. Материалы XVIII Международной научной конференции, Новосибирск, 18–20 мая 2022 г. Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2022. Т. 2. С. 181–185.

Горячева А.А. Биостратиграфия нижней и средней юры по палинологическим данным (п-ов Таймыр, север Восточной Сибири) // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. 2023. № 3 (55). С. 40–51. <https://doi.org/10.20403/2078-0575-2023-3-40-51>

Данукалова М.К., Кузьмичев А.Б. Палеогеография позднего палеозоя Лаптевоморского региона (восточный Таймыр, Новосибирские острова, кряж Прончищева): обоснование единого бассейна осадконакопления на окраине Сибирской платформы // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту). Материалы совещания. Вып. 15. Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2017. С. 79–80.

Данукалова М.К., Кузьмичев А.Б. Мелководные и глубоководные отложения карбона Новосибирских островов: реконструкция позднепалеозойской окраины Сибирского палеоконтинента // Проблемы тектоники и геодинамики земной коры и мантии. Материалы I Тектонического совещания, Москва, 30 января–3 февраля 2018 г. Т. 1. Москва: ГЕОС, 2018. С. 135–138.

Данукалова М.К., Кузьмичев А.Б., Коровников И.В. Кембрий острова Беннетта (Новосибирские острова) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2014а. Т. 22. № 4. С. 3.

Данукалова М.К., Кузьмичев А.Б., Аристов В.А. Обстановка формирования верхнедевонских отложений острова Бельковский (Новосибирские острова): рифтогенный прогиб или окраина континента? // Геотектоника. 2014б. № 5. С. 54–80.

Данукалова М.К., Толмачева Т.Ю., Мянник П., Суяркова А.А., Кульков Н.П., Кузьмичев А.Б., Мельникова Л.М. Новые данные о стратиграфии ордовикско-силурийских отложений центральной части острова Котельный (Новосибирские острова) и сопоставление с одновозрастными разрезами Восточной Арктики // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2015. Т. 23. № 5. С. 22.

Ершова Е.С., Репин Ю.С. Тоарские и ааленские аммониты архипелага Шпицберген // Геология Шпицбергена: сборник научных трудов. Ленинград: ПГО "Севморгеология", 1983. С. 150–170.

Жданова А.И., Метелкин Д.В., Верниковский В.А., Матушкин Н.Ю. Первые палеомагнитные данные по долеритам о. Жаннетты (Новосибирские острова, Арктика) // Докл. АН. 2016. Т. 468. № 6. С. 667–670.

Захаров В.А., Богомолов Ю.И., Ильина В.И., Константинов А.Г., Курушин Н.И., Лебедева Н.К., Меледина С.В., Никитенко Б.Л., Соболев Е.С., Шурыгин Б.Н. Бореальный зональный стандарт и биостратиграфия мезозоя Сибири // Геология и геофизика. 1997. Т. 38. № 5. С. 927–956.

Захаров В.А., Меледина С.В., Шурыгин Б.Н. Палеобиохории юрских бореальных бассейнов // Геология и геофизика. 2003. Т. 44. № 7. С. 664–675.

Зональная стратиграфия фанерозоя СССР. М.: Недра, 1991. 159 с.

Зоны юрской системы СССР. Л.: Наука, 1982. 110 с.

Ильина В.И. Палинология юры Сибири. М.: Наука, 1985. 237 с.

Ильина В.И. Зональное расчленение и корреляция верхов плинсбаха и тоара Сибири по диноцистам // Микрофитофоссилии и детальная стратиграфия морского мезозоя и кайнозоя Сибири. Новосибирск: ОИГГМ СО РАН, 1994. С. 8–51.

Ильина В.И. Палиностратиграфическая шкала нижней и средней юры Сибири и ее применение для детального расчленения нефтегазоносных толщ // Биостратиграфия нефтегазоносных бассейнов. Доклады Первого Международного симпозиума. СПб.: ВНИГРИ, 1997. С. 86–95.

Ильина В.И., Лебедева Н.К., Пещевицкая Е.Б., Горячева А.А. Современные палинологические исследования юры и мела – наследие В.Н. Сакса // Новости палеонтологии и стратиграфии. 2011. Вып. 16–17. С. 41–67.

Калачева Е.Д., Сей И.И. *Pseudolioceras beyrichi* (Schloenbach) из юрских отложений Дальнего Востока и его стратиграфическое положение // Проблемы палеонтологического обоснования детальной стратиграфии мезозоя Сибири и Дальнего Востока. Ко II Международному colloквиуму по юрской системе (Люксембург, июль 1967 г.). Л.: Наука, 1967. С. 95–102.

Калачева Е.Д., Сей И.И. Некоторые ааленские северотихоокеанские аммониты // Труды ИГиГ СО АН СССР. 1972. Вып. 111. С. 89–101.

Князев В.Г. Тоарские *Harposeratinae* севера Азиатской части СССР // Детальная стратиграфия и палеонтология юры и мела Сибири. Труды ИГиГ СО АН СССР. 1991. Вып. 769. С. 37–47.

Князев В.Г. Зональные шкалы тоарского яруса Северо-Востока Азиатской части России. Якутск: Минерал, 1997. 40 с.

Князев В.Г., Кутыгин Р.Т., Мельник А.О. Биохронологическая шкала тоара–раннего байоса Северо-Востока Азии по харпоцератам (*Ammonoidea*) // Вопросы стратиграфии, палеонтологии и палеогеографии (посвящается 100-летию со дня рождения Г.Я. Крымгольца). Санкт-Петербург: СПбГУ, 2007а. С. 77–91.

Князев В.Г., Девятков В.П., Мельник О.А. Опорный разрез ааленского и нижней части байосского ярусов Восточной Сибири (бассейн р. Молодо) // Отечественная геология. 2007б. № 5. С. 39–42.

Константинов А.Г., Соболев Е.С., Ядренкин А.В., Никитенко Б.Л., Пещевицкая Е.Б., Лебедева Н.К., Горячева А.А., Девятков В.П. Детальная биостратиграфия триаса о. Котельный (архипелаг Новосибирские острова, Арктическая Сибирь) // Геология и геофизика. Т. 63. № 4. С. 476–497. <https://doi.org/10.15372/GiG2021171>

Косьюко М.К., Бондаренко Н.С., Непомилуев В.Ф. Государственная геологическая карта СССР. Масштаб 1 : 200 000 (серия Новосибирские острова). Листы Т-54-XXXI, XXXII, XXXII; S-53-IV, V, VI; S-53-XI, XII; S-54-I, II, III; S-54 VII, VII, IX, XIII, XIV, XV. Объяснительная записка. Ред. Устрицкий В.И. М.: Объединение “Севморгеология”, 1985. 162 с.

Кошелкина З.В. Стратиграфия и двустворчатые моллюски юрских отложений Вилуйской синеклизы и Приверхоянского краевого прогиба. Магадан: СВКНИИ, 1963. С. 1–279 (Тр. СВКНИИ. Вып. 5).

Кошелкина З.В. Иноцерамы юры Охотского побережья, Западного и Восточного Приколымья и Корякского нагорья // Иноцерамы юры и мела Северо-Востока СССР. Магадан: СВКНИИ, 1969. С. 14–117.

Кошелкина З.В. Средняя юра Гижигинской структурно-фациальной зоны (ааленский ярус) // Биостратиграфия и корреляция мезозойских отложений Северо-Востока СССР. Магадан: СВКНИИ, 1980. С. 62–75.

Крымголец Н.Г. Ааленские и байосские аммониты Западной Якутии // Геология и геофизика. 1977. № 10. С. 20–30.

- Кузнецов Н.Б.* Кембрийская коллизия Балтики и Арктиды, ороген Протоуралид-Тиманид и продукты его размыва в Арктике // Докл. АН. 2006. Т. 411. № 6. С. 788–793.
- Кузнецов Н.Б.* Кембрийский ороген протоуралид Тиманид: структурные доказательства коллизионной природы // Докл. АН. 2008. Т. 423. № 6. С. 774–779.
- Кузьмичев А.Б., Александрова Г.Н., Герман А.Б.* Апт-альбские отложения на о. Котельный (Новосибирские острова): новые данные о строении разреза и игнимбритовом вулканизме // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2009а. Т. 17. № 5. С. 69–94.
- Кузьмичев А.Б., Захаров В.А., Данукалова М.К.* Новые данные о стратиграфии и условиях верхнеюрских и нижнемеловых отложений о. Столбовой (Новосибирские острова) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2009б. Т. 17. № 4. С. 55–74.
- Кузьмичев А.Б., Александрова Г.Н., Герман А.Б., Данукалова М.К., Симакова А.Н.* Палеоген-неогеновые отложения острова Бельковский (Новосибирские острова): к характеристике осадочного чехла в восточной части шельфа моря Лаптевых // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2013. Т. 21. № 4. С. 91–116.
- Кузьмичев А.Б., Александрова Г.Н., Данукалова М.К., Захаров В.А., Герман А.Б., Хубанов В.Б., Никитенко Б.Л., Коростылев Е.В.* Туор-Юрхский разрез “среднего” мела на острове Котельный (Новосибирские острова): как выглядит на суше предполагаемое основание осадочного чехла моря Лаптевых? // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2018. Т. 26. № 4. С. 86–115. <https://doi.org/10.7868/s0869592x18040051>
- Международный кодекс зоологической номенклатуры. Издание четвертое. Принят Международным союзом биологических наук. Пер. с английского и французского. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. 223 с.
- Меледина С.В.* Аммониты из бореального верхнего бата острова Котельный // Геология и геофизика. 1999. Т. 40. № 10. С. 1397–1404.
- Меледина С.В., Шурыгин Б.Н.* Ааленский ярус (средняя юра) Восточной Сибири: зональное расчленение, характерные двустворки и аммоноидеи // Новости палеонтологии и стратиграфии. 2000. Вып. 2–3. С. 73–85.
- Меледина С.В., Шурыгин Б.Н., Дзюба О.С.* Палеобиогеография и зональная стратиграфия нижней и средней юры Сибири на основе стадийности в развитии моллюсков // Геология и геофизика. 2005. Т. 46. № 3. С. 239–255.
- Метелкин Д.В., Чернова А.И., Верниковский В.А., Матушкин Н.Ю.* Раннепалеозойская тектоническая история Новосибирского террейна (Восточная Арктика) // Докл. АН. 2017. Т. 477. № 3. С. 316–320.
- 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.

Никитенко Б.Л., Девятков В.П., Лебедева Н.К., Басов В.А., Горячева А.А., Пещевицкая Е.Б., Глинских Л.А. Стратиграфия юры и мела архипелага Новосибирские острова (море Лаптевых и Восточно-Сибирское море) фациальное районирование и литостратиграфия // Геология и геофизика. 2017. Т. 58. № 12. С. 1867–1885.

Никитенко Б.Л., Девятков В.П., Лебедева Н.К., Басов В.А., Фурсенко Е.А., Горячева А.А., Пещевицкая Е.Б., Глинских Л.А., Хафаева С.Н. Биостратиграфия и особенности геохимии органического вещества юры и мела архипелага Новосибирские острова (Российская Арктика) // Геология и геофизика. 2018. Т. 59. № 2. С. 211–230.

Никитенко Б.Л., Девятков В.П., Константинов А.Г., Соболев Е.С., Ядренкин А.В., Пещевицкая Е.Б., Лебедева Н.К., Горячева А.А. Триас архипелага Новосибирские острова и его положение в структуре осадочного чехла Лаптевоморского шельфа // Геология и геофизика. 2022. Т. 63. № 4. С. 458–475. <https://doi.org/10.15372/GiG2021166>

Пучков В. Н. Палеогеодинамика Южного и Среднего Урала. Уфа: ГИЛЕМ, 2000. С. 146.

Пучков В. Н. Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении). Уфа: Дизайн Полиграф Сервис. 2010. С. 280.

Палеогеография Севера СССР в юрском периоде. Новосибирск: Наука, 1983. 242 с.

Ретин Ю.С. Аммонитовая шкала нижней юры Северо-Востока Азии // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2016. Т. 11. № 4. С. 183–186. https://doi.org/10.17353/2070-5379/47_2016

Ретин Ю.С. Род *Pseudolioceras* Buckman (Ammonoidea) в арктической юре // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2017. Т. 11. № 4. С. 1–46. https://doi.org/10.17353/2070-5379/48_2017

Решение 2-го Дальневосточного Межведомственного стратиграфического совещания. Ленинград: ВСЕГЕИ, 1971. 107 с.

Решение 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири, Новосибирск, 2003 г. Новосибирск: СНИИГГиМС, 2004. 114 с.

Решения 2-го Межведомственного стратиграфического совещания по докембрию и фанерозою Северо-Востока СССР. Магадан, 1974–1975 гг. Магадан: ГКП СВТГУ, 1978. 192 с.

Решения и труды 3-го Межведомственного регионального стратиграфического совещания по мезозою и кайнозою Средней Сибири. Л.: ВСЕГЕИ, 1981. 91 с.

Решения 3-го Межведомственного регионального стратиграфического совещания по докембрию, палеозою и мезозою Северо-Востока России, Санкт-Петербург, 2002. СПб.: ВСЕГЕИ, 2009. 266 с.

Сакс В.И., Басов В.А., Дагис А. А., Дагис А.С., Захаров В.А., Иванова Е.Ф., Меледина С.В., Месежников М.С., Нальняева Т.И., Шульгина Н.И. Палеозоогеография морей Бореального пояса в юре и неокоме // Проблемы общей и региональной геологии. Новосибирск: Наука, 1971. С. 179–211.

Сей И.И. Представители раннеааленских иноцерамид Западного Приохотья (Дальний Восток) // Записки Ленинградского горного института. 1972. Т. LXIII. Вып. 2. С. 120–130.

Сей И.И., Калачева Е.Д. Биостратиграфия ниже- и среднеюрских отложений Дальнего Востока. Л.: Недра, 1980. 177 с. (Тр. ВСЕГЕИ. Нов. сер. Т. 285).

Соловьев А.В., Миллер Э.Л. Возрасты обломочных цирконов из верхнеюрско-нижнемеловых отложений острова Столбовой (Новосибирские острова) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2014. Т. 22. № 5. С. 66–76.

Стратиграфия юрской системы севера СССР. М.: Наука, 1976. С. 1–437.

Труфанов Г.В. Отчет о комплексных геолого-геофизических исследованиях островов Фадеевский, Новая Сибирь и восточной части Земли Бунге, выполненных в 1974–1977 годах по объектам № 54 и № 55 в 2-х томах. Полярная геофизическая экспедиция, Восточно-Сибирская комплексная партия, 1978 г.

Труфанов Г.В., Белоусов К.Н., Непомилуев В.Ф. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Новосибирские острова. Листы Т-54-XXXIV, XXXV, XXXVI; Т56-XXXIII; S-54-IV, V, VI, X, XI, XII; S-55-I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII; S-56-III, VII. Объяснительная записка. Москва, 1986. 106 с.

Чернова А.И., Метелкин Д.В., Матушкин Н.Ю., Верниковский В.А., Травин А.В. Геологическое строение и палеомагнетизм острова Жаннетты (архипелаг Де-Лонга, Восточная Арктика) // Геология и геофизика. 2017а. Т. 58. № 9. С. 1261–1280.

Чернова А.И., Метелкин Д.В., Верниковский В.А., Матушкин Н.Ю., Травин А.В. Палеомагнетизм и геохронология вулканогенно-осадочных пород о. Генриетты (архипелаг Де-Лонга, Северный Ледовитый океан) // Докл. АН. 2017б. Т. 475. № 4. С. 423–427.

Шурыгин Б.Н., Никитенко Б.Л., Меледина С.В., Дзюба О.С., Князев В.А. Комплексные зональные шкалы юры Сибири и их значение для циркумарктических корреляций // Геология и геофизика. 2011. Т. 52. № 8. С. 1051–1074.

Akinin V.V., Gottlieb E.S., Miller E.L., Polzunenkov G.O., Stolbov N.M., Sobolev N.N. Age and composition of basement beneath the De Long archipelago, Arctic Russia, based on zircon U–Pb geochronology and O–Hf isotopic systematics from crustal xenoliths in basalts of Zhokhov Island // *Arktos*. 2015. V. 1. P. 1–10.

Andersson U.B., Sjöström H., Högdahl K.H.O., Eklund O. The Transscandinavian Igneous Belt, evolutionary models // *The Transscandinavian Igneous Belt (TIB) in Sweden: A Review of its Character and Evolution*. Geol. Surv. Finland. 2004. Spec. Pap. 37. P. 104–112.

Arp G. Ammonitenfauna und Stratigraphie des Grenzbereichs Jurensismergel/Opalinuston-Formation bei Neumarkt i.d. Opf. (oberstes Toarcium, Fränkische Alb) // *Zitteliana*. Reiche A. 2010. V. 50. S. 25–54.

Arp G., Gropengießer S., Schulbert C., Jung D., Reimer A. Biostratigraphy and sequence stratigraphy of the Toarcian Ludwigskanal section (Franconian Alb, Southern Germany) // *Zitteliana*. 2021. V. 95. P. 57–94. <https://doi.org/10.3897/zitteliana.95.56222>

Augland L.E., Ryabov V.V., Vernikovsky V.A., Planke S., Polozov A.G., Callegaro S., Jerram D.A., Svensen H.H. The main pulse of the Siberian Traps expanded in size and composition // *Scientific Reports*. 2019. V. 9. 18723.

Bingen B., Andersson J., Söderlund U., Möller Ch. The Mesoproterozoic in the Nordic countries // *Episodes*. 2008a. V. 31. P. 29–34. <https://doi.org/10.18814/epiiugs/2008/v31i1/005>

Bingen B., Nordgulen Ø., Viola G. A four-phase model for the Sveconorwegian orogeny, SW Scandinavia // *Norwegian J. Geology*. 2008b. P. 43–72.

Bogdanova S.V., Bingen B., Gorbatshev R., Kheraskova T.N., Kozlov V.I., Puchko V.N., Volozh Yu.A. The East European Craton (Baltica) before and during the assembly of Rodinia // *Precambrian Res.* 2008. V. 160. P. 23–45. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2007.04.024>.

Brandes C., Piepjohn K., Franke D., Sobolev N., Gaedicke C. The Mesozoic–Cenozoic tectonic evolution of the New Siberian Islands, NE Russia // *Geol. Mag.* 2015. V. 152. P. 480–491. <https://doi.org/10.1017/S0016756814000326>

Bujak J., Bringue M., Goryacheva A.A., Lebedeva N.K., Pestchevitskaya E.B., Riding J.B., Smelror M. Jurassic palynoevents in the circum-Arctic region // *Atlantic Geoscience*. 2022. V. 58. P. 55–98. <https://doi.org/10.4138/atlgeo.2022.003>

Contini D., Elmi S., Mouterde R., Rioult M. Aalen // *Biostratigraphie du Jurassique ouest-européen et méditerranéen*. Bulletin des Centres de recherches exploration-production Elf-Aquitaine. Mémoire. 1997. № 17. P. 37–40.

Corfu F., Gasser D., Chew D.M. New perspectives on the Caledonides of Scandinavia and related areas: introduction // *Geol. Soc. London Spec. Publ.* 2014. V. 390. P. 1–8. <https://doi.org/10.1144/SP390.28>.

Danukalova M.K., Kuzmichev A.B., Ganelin V.G., Gatovsky Yu.A., Kossovaya O.L., Isakova T.N., Weyer D., Astashkin N.G., Eriklintsev V.V. The key section for the Upper Palaeozoic of the New Siberian Islands (Tas-Ary Peninsula, Kotel'ny Island) // *Stratigr. Geol. Correl.* 2019. V. 27. P. 729–782. <https://doi.org/10.1134/S0869593819070013>.

Davydov V.I. Biotic paleothermometry constrains on Arctic plates reconstructions: Carboniferous and Permian (Zhokhov Island, De-Longa Group Islands, New Siberian Archipelago): Biotic Thermometry Constrains PZ3 Arctic // *Tectonics*. 2016. V. 35. P. 2158–2

Donskaya T.V. Assembly of the Siberian Craton: constraints from Paleoproterozoic granitoids // *Precambrian Res.* 2020. V. 348. 105869. <https://doi.org/10.1002/2016TC004249>

Elmi S., Rulleau I., Gabilly I., Mousterde R. Toarcien // *Biostratigraphie du Jurassique ouest-européen et méditerranéen. Bulletin des Centres de recherches exploration-production Elf-Aquitaine. Mémoire.* 1997. № 17. P. 25–36.

Ershova V.B., Prokopiev A.V., Khudoley A.K., Sobolev N.N., Petrov E.O. U/Pb dating of detrital zircons from Upper Paleozoic deposits of Bel'kovsky Island (New Siberian Islands): critical testing of Arctic tectonic models // *Int. Geol. Rev.* 2015a. V. 57. P. 199–210. <https://doi.org/10.1080/00206814.2014.999358>

Ershova V.B., Prokopiev A.V., Khudoley A.K., Sobolev N.N., Petrov E.O. Detrital zircon ages and provenance of the Upper Paleozoic successions of Kotel'ny Island (New Siberian Islands Archipelago) // *Lithosphere*. 2015b. V. 7. P. 40–45. <https://doi.org/10.1130/l387.1>

Ershova V.B., Lorenz H., Prokopiev A.V., Sobolev N.N., Khudoley A.K., Petrov E.O., Estrada S., Sergeev S., Larionov A., Thomsen T.B. The De Long Islands: a missing link in unraveling the Paleozoic paleogeography of the Arctic // *Gondwana Res.* 2016. V. 35. P. 305–322. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2015.05.016>

Ershova V., Prokopiev A., Andersen T., Khudoley A., Kullerud K., Thomsen T.B. U–Pb and Hf isotope analysis of detrital zircons from Devonian–Permian strata of Kotel'ny Island (New Siberian Islands, Russian Eastern Arctic): insights into the Middle–Late Paleozoic evolution of the Arctic // *J. Geodynamics*. 2018. V. 119. P. 210–220. <https://doi.org/10.1016/j.jog.2018.02.008>

Ershova V., Drachev S., Prokopiev A., Khudoley A., Vasiliev D., Aleksandrova G. Cenozoic deposits of western Kotel'nyi Island (New Siberian Islands): key insights into the tectonic evolution of the Laptev Sea // *Int. Geol. Rev.* 2022a. V. 65. P. 1664–1681. <https://doi.org/10.1080/00206814.2022.2103846>

- Ershova V., Prokopiev A., Stockli D., Kurapov M., Kosteva N., Rogov M., Khudoley A., Petrov E.O.* Provenance of the Mesozoic Succession of Franz Josef Land (North-Eastern Barents Sea): paleogeographic and tectonic implications for the High Arctic // *Tectonics*. 2022b. № 41. <https://doi.org/10.1029/2022TC007348>
- Fantini Sestini N.* The geology of the Upper Džadžerud and Lar Valleys (North Iran). II. Palaeontology. Upper Liassic Molluscs from Shemshak Formation // *Rivista Ital. Paleont. Strat.* 1966. V. 72. № 3. P. 795–852.
- Feist-Burkhardt S., Pross J.* Dinoflagellate cyst biostratigraphy of the Opalinuston Formation (Middle Jurassic) in the Aalenian type area in southwest Germany and north Switzerland // *Lethaia*. 2010. V. 43. P. 10–31. <https://doi.org/10.1111/j.1502-3931.2009.00170.x>
- Frebold H.* The Jurassic faunas of the Canadian Arctic: Lower Jurassic and lowermost Middle Jurassic ammonites // *Bull. Geol. Surv. Can.* 1960. № 59. 33 p. <https://doi.org/10.4095/100567>
- Gee D.G.* Caledonides of Scandinavia, Greenland, and Svalbard // *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*. Elsevier, 2015.
- Gee D.G., Pease V.* (Eds.) The Neoproterozoic Timanide orogen of eastern Baltica: introduction // *Geol. Soc. London Mem.* 2004. V. 30. P. 1–3.
- Gee D.G., Fossen H., Henriksen N., Higgins A.K.* From the Early Paleozoic Platforms of Baltica and Laurentia to the Caledonide Orogen of Scandinavia and Greenland // *Episodes* 2008. V. 31. P. 44–51.
- Gladkochub D.P., Donskaya T.V., Wingate M.T.D., Mazukabzov A.M., Pisarevsky S.A., Sklyarov E.V., Stanevich A.M.* A one-billion-year gap in the Precambrian history of the southern Siberian Craton and the problem of the Transproterozoic supercontinent // *Am. J. Sci.* 2010. V. 310. P. 812–825.
- Gorbatshev R.* The Transscandinavian Igneous Belt – introduction and background // *The Transscandinavian Igneous Belt (TIB) in Sweden: A Review of its Character and Evolution*. Geol. Surv. Finland. 2004. Spec. Pap. 37. P. 9–15.
- Haughton S.* Description of the plates to illustrate the geology of Captain McClintock's ice-travels // *J. Royal Dublin Soc.* 1858. V. 1. P. 239–250.
- Howarth M.* The Ammonite family Hildoceratidae in the Lower Jurassic of Britain // *Monogr. Palaeontogr. Soc.* 1992. V. 146. Iss. 590. P. 107–192. <https://doi.org/10.1080/25761900.2022.12131773>
- Imlay R.W.* Middle Jurassic (Bajocian and Bathonian) ammonites from northern Alaska // *US Geol. Surv. Prof. Pap.* 1976. № 854. 22 p. <https://doi.org/10.3133/pp854>

- Jackson S.E., Pearson N.J., Griffin W.L., Belousova E.A.* The application of laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry to in situ U–Pb zircon // *Chem. Geol.* 2004. V. 211. P. 47–69. <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2004.06.017>
- Khudoley A.K., Sobolev N.N., Petrov E.O., Ershova V.B., Makariev A.A., Makarieva E.V., Gaina C., Sobolev P.O.* A reconnaissance provenance study of Triassic–Jurassic clastic rocks of the Russian Barents Sea // *GFF*. 2019. V. 141. № 4. P. 263–271.
<https://doi.org/10.1080/11035897.2019.1621372>
- Kos'ko M.K., Korago E.A.* Review of geology of the New Siberian Islands between the Laptev and the East Siberian Seas, northeast Russia // *Stephan Mueller Spec. Publ. Ser.* 2009. V. 4. P. 45–64.
- Kurapov M., Ershova V., Khudoley A., Makariev A., Makarieva E.* The first evidence of Late Ordovician magmatism of the October Revolution Island (Severnaya Zemlya archipelago, Russian High Arctic): geochronology, geochemistry and geodynamic settings // *Norwegian J. Geology*. 2020. V. 100. 202016. <https://dx.doi.org/10.17850/njg100-3-4>.
- Kurapov M., Ershova V., Khudoley A., Luchitskaya M., Makariev A., Makarieva E., Vishnevskaya I.* Late Palaeozoic magmatism of Northern Taimyr: new insights into the tectonic evolution of the Russian High Arctic // *Int. Geol. Rev.* 2021a. V. 63. P. 1990–2012.
- Kurapov M., Ershova V., Khudoley A., Luchitskaya M., Stockli D., Makariev A., Makarieva E., Vishnevskaya I.* Latest Permian–Triassic magmatism of the Taimyr Peninsula: new evidence for a connection to the Siberian Traps large igneous province // *Geosphere*. 2021b. V. 17. P. 2062–2077.
- Kurapov M.Yu., Konopelko D.L., Biske Y.S., Proskurnin V.F., Petrov S.V., Proskurnina M.A., Berzon Y.Yi., Ershova V.B., Berzin S.V., Stepanov S.Yu.* Geodynamic settings of Late Paleozoic–Early Mesozoic granitoid magmatism at the Arctic continental margins: insights from new geochronological and geochemical data from the Taimyr Peninsula // *Minerals*. 2024. V. 14. 423.
- Kuzmichev A.B.* Where does the South Anyui suture go in the New Siberian islands and Laptev Sea?: Implications for the Amerasia basin origin // *Tectonophysics*. 2009. V. 463. P. 86–108.
- Kuzmichev A.B., Danukalova M.K.* The Laptev Sea orocline: How to tie loose ends of Arctic fold belts // *Earth-Sci. Rev.* 2023. V. 238. P. 104330.
- Kuzmichev A.B., Pease V.L.* Siberian trap magmatism on the New Siberian Islands: constraints for Arctic Mesozoic plate tectonic reconstructions // *J. Geol. Soc.* 2007. V. 164. P. 959–968.
- Kuznetsov N.B., Natapov L.M., Belousova E.A., O'Reilly S.Y., Griffin W.L.* Geochronological, geochemical and isotopic study of detrital zircon suites from late Neoproterozoic clastic strata along the NE margin of the East European Craton: implications for plate tectonic models // *Gondwana Res.* 2010. V. 17. P. 583–601.

- Larson S.Å., Berglund J.* A chronological subdivision of the Transscandinavian Igneous Belt – three magmatic episodes? // *GFF*. 1992. V. 114. P. 459–461.
- Lorenz H., Gee D.G., Whitehous M.* New geochronological data on Palaeozoic igneous activity and deformation in the Severnaya Zemlya Archipelago, Russia, and implications for the development of the Eurasian Arctic margin // *Geol. Mag.* 2007. V. 144. P. 105–125.
- Lutikov O.A.* Bivalve-based stratigraphy of the Toarcian deposits of Eastern Siberia and Northeastern Russia (Family Oxytomidae Ichikawa, 1958). Part 3. Toarcian–Lower Aalenian Zonal Scale based on Oxytomids. Bivalve-Based stratigraphy and correlation // *Stratigr. Geol. Correl.* 2024. V. 32. P. 125–228. <https://doi.org/10.1134/S0869593824700035>
- Marsh J.H., Stockli D.F.* Zircon U–Pb and trace element zoning characteristics in an anatectic granulite domain: insights from LASS-ICP-MS depth profiling // *Lithos.* 2015. V. 239. P. 170–185. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2015.10.017>
- Metelkin D.V., Vernikovskiy V.A., Tolmacheva T.Yu., Matushkin N.Yu., Zhdanova A.I., Pisarevskiy S.A.* First paleomagnetic data for the New Siberian Islands: implications for Arctic paleogeography // *Gondwana Res.* 2016. V. 37. P. 308–323.
- Miller E.L., Soloviev A., Kuzmichev A., Gehrels G., Toro J., Tuckova M.* Jurassic and Cretaceous foreland basin deposits of the Russian Arctic: separated by birth of the Makarov Basin? // *Norwegian J. Geology.* 2008. V. 88. P. 201–226.
- Monaghan N.T.* Leopold McClintock – ‘Arctic Fox’ and his natural science collections // *The Geological Curator.* 2009. V. 9. № 2. P. 85–92.
- Paton C., Hellstrom J., Paul B., Woodhead J., Hergt J.* Iolite: freeware for the visualisation and processing of mass spectrometric data // *J. Analytical Atomic Spectrometry.* 2011. V. 26. P. 2508. <https://doi.org/10.1039/c1ja10172b>
- Petrus J.A., Kamber B.S.* VizualAge: a novel approach to laser ablation ICP-MS U–Pb geochronology data reduction // *Geostandards and Geoanalytical Res.* 2012. V. 36 (3). P. 247–270. <https://doi.org/10.1111/j.1751-908x.2012.00158.x>
- Piepjohn K., Lorenz H., Franke D., Brandes C., von Gosen W., Gaedicke C., Labrousse L., Sobolev N.N., Solobev P., Suan G., Mrugalla S., Talarico F., Tolmacheva T.* Mesozoic structural evolution of the New Siberian Islands // *Geol. Soc. London Spec. Publ.* 2018. V. 460. P. 239–262.
- Poulsen N.E., Riding J.B.* The Jurassic dinoflagellate cyst zonation of Subboreal Northwest Europe // *Geol. Surv. Denmark and Greenland Bull.* 2003. V. 1. P. 115–144. <https://doi.org/10.34194/geusb.v1.4650>

Poulton T.P. Hettangian through Aalenian (Jurassic) guide fossils and biostratigraphy, northern Yukon and adjacent Northwest Territories // *Bull. Geol. Surv. Can.* 1991. № 410. 95 p. <https://doi.org/10.4095/132451>

Pózer Bue E., Andresen A. Constraining depositional models in the Barents Sea region using detrital zircon U–Pb data from Mesozoic sediments in Svalbard // *Geol. Soc. London Spec. Publ.* 2014. V. 386 (1). P. 261–279. <https://doi.org/10.1144/SP386.14>

Prokopiev A.V., Ershova V.B., Khudoley A.K., Vasiliev D.A., Baranov V.V., Kalinin M.A. Pre-mid-Frasnian angular unconformity on Kotel’ny Island (New Siberian Islands Archipelago): evidence of Mid-Paleozoic Deformation in the Russian High Arctic // *Arktos*. 2018a. V. 4. P. 1–8. <https://doi.org/10.1007/s41063-018-0059-6>

Prokopiev A.V., Ershova V.B., Anfinson O., Stockli D., Powell J., Khudoley A.K., Vasiliev D.A., Sobolev N.N., Petrov E.O. Tectonics of the New Siberian Islands Archipelago: structural styles and low-temperature thermochronology // *J. Geodynamics*. 2018b. V. 121. P. 155–184. <https://doi.org/10.1016/j.jog.2018.09.001>

Prokopiev A.V., Ershova V.B., Sobolev N.N., Korago E., Petrov E., Khudoley A.K. New data on geochemistry, age and geodynamic settings of felsic and mafic magmatism of the northeastern part of October Revolution Island (Severnaya Zemlya Archipelago) // AGU Chapman Conference on Large-Scale Volcanism in the Arctic: The Role of the Mantle and Tectonics. Selfoss, Iceland, October 13–18, 2019.

Riding J.B. A palynological investigation of Toarcian and early Aalenian strata from the Blea Wyke area, Ravenscar, North Yorkshire // *Proc. Yorkshire Geol. Soc.* 1984. № 45. P. 109–122. <https://doi.org/10.1144/pygs.45.1-2.109>

Riding J.B., Thomas J.E. Dinoflagellate cysts of the Jurassic System // A stratigraphic index of dinoflagellate cysts. Ed. Powell A.J. British Micropalaeontol. Soc. Publ. Ser. London: Chapman & Hall, 1992. P. 7–97.

Rivers T., Culshaw N., Hynes A., Indares A., Jamieson R., Marignol J. The Grenville Orogen – A post-Lithoprobe perspective // *Geol. Assoc. Can.* 2012. Spec. Pap. 49. P. 97–236.

Roberts D. The Scandinavian Caledonides: Event chronology, palaeogeographic settings and likely modern analogues // *Tectonophysics*. 2003. V. 365 (1-4). P. 283–299.

Roberts N.M.W., Slagstad T., Parrish R.R., Norry M.J., Marker M., Horstwood M.S.A. Sedimentary recycling in arc magmas: geochemical and U–Pb–Hf–O constraints on the Mesoproterozoic Suldal Arc, SW Norway // *Contrib. Mineral. Petrol.* 2013. V. 165. P. 507–523.

Røhr T. S., Andersen T. Detrital zircons from the high Arctic; evidence for extensive recycling of sediment from Devonian through Mesozoic times // *Sedimentary Provenance Analysis of Lower*

Cretaceous Sedimentary Successions in The Arctic; Constraints from Detrital Zircon data. PhD thesis, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Oslo, 2009. P. 55–105.

Rogov M., Ershova V., Gaina C., Vereshchagin O., Vasileva K., Mikhailova K., Krylov A. Glendonites throughout the Phanerozoic // *Earth-Sci. Rev.* 2023. V. 241. 104430. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2023.104430>

Slagstad T., Marker M., Roberts N.M.W., Saalman K., Kirkland C.L., Kulakov E., Ganerød M., Røhr T.S., Møkkelgjerd S.H.H., Granseth A., Sørensen B.E. The Sveconorwegian orogeny – reamalgamation of the fragmented southwestern margin of Fennoscandia // *Precambrian Res.* 2020. V. 350. P. 105877.

Smelov A., Timofeev V. The age of the North Asian Cratonic basement: an overview // *Gondwana Res.* 2007. V. 12. P. 279–288. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2006.10.017>

Smelror M. Two new dinoflagellate cysts from the Middle Jurassic of the Barents Sea Region // *J. Micropalaeontology.* 1991. V. 10. № 2. P. 175–180. <https://doi.org/10.1144/jm.10.2.175>

Spencer C.J., Roberts N.M.W., Cawood P.A., Hawkesworth C.J., Prave A.R., Antonini A.S.M., Horstwood M.S.A. Intermontane basins and bimodal volcanism at the onset of the Sveconorwegian Orogeny, southern Norway // *Precambrian Res.* 2014. V. 252. P. 107–118.

Spencer C.J., Cawood P.A., Hawkesworth C.J., Prave A.R., Roberts N.M.W., Horstwood M.S.A., Whitehouse M.J. Generation and preservation of continental crust in the Grenville Orogeny // *Geoscience Frontiers.* 2015. V. 6. P. 357–372.

Till A.B., Amato J.M., Aleinikoff J.N., Bleick H.A. U–Pb detrital zircon geochronology as evidence for the origin of the Nome Complex, northern Alaska, and implications for regional and trans-Arctic correlations // *Reconstruction of a Late Proterozoic to Devonian Continental Margin Sequence, Northern Alaska, Its Paleogeographic Significance, and Contained Base-Metal Sulfide Deposits.* Eds. Dumoulin J.A., Till A.B. *Geol. Soc. Am. Spec. Pap.* V. 506. 2014. P. 111–131.

Vereshchagin O.S., Khudoley A.K., Ershova V.B., Prokopiev A.V., Schneider G.V. Provenance of Jurassic-Cretaceous siliciclastic rocks from the northern Siberian Craton: an integrated heavy mineral study // *J. Geoscience.* 2018. V. 63. P. 199–213. <https://doi.org/10.3190/jgeosci.264>

Vernikovskiy V., Vernikovskaya A., Proskurnin V., Matushkin N., Proskurnina M., Kadilnikov P., Larionov A., Travin A. Late Paleozoic–Early Mesozoic granite magmatism on the Arctic margin of the Siberian Craton during the Kara-Siberia oblique collision and plume events // *Minerals.* 2020. V. 10. P. 571.

Wille W. Evolution and ecology of Upper Liassic dinoflagellates from SW-Germany // *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.* 1982. Bd. 164. P. 74–82. <https://doi.org/10.1127/njgpa/164/1982/74>

Рецензенты Д.Н. Киселев, А.В. Прокопьев, Ю.Д. Захаров

ПОДПИСИ К РИСУНКАМ И ФОТОТАБЛИЦАМ

Рис. 1. Географическое расположение изучаемого региона (а) и схематическая карта о-ва Котельный с указанием расположения вскрывших среднеюрские толщи скважин (б).

Рис. 2. Литологические колонки скважин 12 и 25 с положением изученных образцов. Условные обозначения: 1 – алевролиты; 2 – пески, песчаники; 3 – глины, аргиллиты; 4 – положение исследованных образцов: 4а – споры и пыльца, 4б – обломочный циркон, 4в – аммонит, 4г – двустворки.

Рис. 3. Фотографии шлифов пород из скв. 25. (а, б) – образец 25-6ф, тонкозернистый полевошпат-кварцевый песчаник; (в, г) – образец 25-22ф, разномзернистый полевошпат-кварцевый песчанистый алевролит.

Рис. 4. Схема сопоставления зональных шкал по аммонитам и двустворчатым моллюскам верхнего тоара (без нижней зоны) и аалена.

Рис. 5. Гистограммы и кривые плотности вероятности распределения возрастов обломочного циркона из ааленских отложений скважины 25: (а) – 0–3500 млн лет; (б) – 100–900 млн лет.

Рис. 6. Гистограммы и кривые плотности вероятности распределения возрастов обломочного циркона из юрских отложений Арктики.

1 – Сибирский амагматичный интервал (Siberian magmatic gap); 2 – гренвильско-свеконорвежская орогения, включая метаморфические и магматические события вовлеченных в нее террейнов; 3 – фундамент Сибирской платформы; 4 – ранние киммериды; 5 – герциниды; 6 – каледониды. Для ааленских отложений юго-востока о-ва Котельный (Новосибирские острова) использовались полученные нами данные. Литературные источники для других отложений: юрско-меловые отложения из скважин российской части Баренцева моря (Khudoley et al., 2019); юрские отложения Шпицбергена (Pózer, Andresen, 2014, Røhr, Andersen, 2009); юрские отложения арх. Земля Франца-Иосифа (ЗФИ) (Ershova et al., 2022b); верхнеюрские–нижнемеловые отложения о. Столбовой (Новосибирские острова) (Соловьев, Миллер, 2014); юрские отложения севера Сибири (Vereshchagin et al., 2018). (а) – 0–3500 млн лет; (б) – 100–900 млн лет.

Таблица I. Ааленские моллюски из керна скважин.

1 – *Pseudolioceras* (P.) cf. *mcIntocki* (Haught.), экз. № 25ф-23/1, внутренний отпечаток, ×1; Новосибирские о-ва, Земля Бунге, скв. 25, обр. 25ф-23, средняя юра, нижний аален; 2–6 – *Retroceramus* cf. *elegans* (Kosch.): 2 – экз. № 25ф-23/2, внутренние ядра левых створок, ×1; Новосибирские о-ва, Земля Бунге, скв. 25, обр. 25ф-23, средняя юра, нижний аален; 3 –

экз. № 25ф-22/1, внутреннее ядро левой створки, ×1; Новосибирские о-ва, Земля Бунге, скв. 25, обр. 25ф-22, средняя юра, нижний аален; 4 – экз. № 25ф-22/2, внутреннее ядро правой створки, ×1; Новосибирские о-ва, Земля Бунге, скв. 25, обр. 25ф-22-1, средняя юра, нижний аален; 5 – экз. № 12ф-2/1, внутреннее ядро левой створки с обломанной макушкой, ×1, Новосибирские о-ва, Земля Бунге, скв. 12, обр. 12ф-2, средняя юра, нижний аален; 6 – экз. № 12ф-2/2, внутреннее ядро правой створки ювенильного экземпляра, ×1; Новосибирские о-ва, Земля Бунге, скв. 12, обр. 12ф-2, средняя юра, нижний аален; 7, 8 – *Retroceramus lungershauseni* (Kosch.); 7 – экз. № 25ф-22/3, внутреннее ядро левой створки, ×1; Новосибирские о-ва, Земля Бунге, скв. 25, обр. 25ф-22, средняя юра, нижний аален; 8 – экз. № 25ф-21/1, внутреннее ядро правой створки, ×1; Новосибирские о-ва, Земля Бунге, скв. 25, обр. 25ф-21, средняя юра, нижний аален; 9 – *Retroceramus cf. lungershauseni* (Kosch.), экз. № 25ф-20/1, внутреннее ядро левой створки, ×1; Новосибирские о-ва, Земля Бунге, скв. 25, обр. 25ф-20, средняя юра, нижний аален; 10 – *Retroceramus cf. jurensis* (Kosch.), экз. № 25ф-14/1, внутреннее ядро левой створки юношеского экземпляра, ×1; Новосибирские о-ва, Земля Бунге, скв. 25, обр. 25ф-14, средняя юра, верхний аален; 11 – *Retroceramus cf. mongkensis* Kosch., экз. № 25ф-6/1, внутреннее ядро левой створки с обломанной верхней частью, ×1; Новосибирские о-ва, Земля Бунге, скв. 25, обр. 25ф-6, средняя юра, верхний аален.

Таблица II. Характерные палиноморфы из ааленских отложений Новосибирских островов.

1, 2 – *Phallocysta arctica* (Below) Riding, скв. 12, обр. 12ф-2; 3 – *Caddasphaera halosa* (Filatoff) Lent. et Will., скв. 12, обр. 12ф-2; 4 – *Scrinocassis cf. limbicavatus* Prauss, скв. 12, обр. 12ф-2; 5 – *Phallocysta elongata* (Beju) Riding, скв. 12, обр. 12ф-2; 6, 7, 12 – *Nannoceratopsis gracilis* Alberti; 6, 7 – скв. 12, обр. 12ф-2, 12 – скв. 25, обр. 25ф-22; 8 – *Valvaeodinium cf. cavum* (Davies) Below, скв. 12, обр. 12ф-2; 9, 15 – *Baltisphaeridium* spp., скв. 12, обр. 12ф-2; 10, 11 – *Parvocysta cf. bullula* Bjaerke, скв. 12, обр. 12ф-2; 13 – *Parvocysta cf. bjaerkei* Smelror, скв. 12, обр. 12ф-2; 14 – *Micrhystridium* sp., скв. 12, обр. 12ф-2; 16 – *Cyathidites* sp., скв. 12, обр. 12ф-2; 17 – *Camptotriletes tenellus* Sachanova, скв. 12, обр. 12ф-2; 18 – small spherical phycomata green algae, скв. 12, обр. 12ф-2; 19 – *Stereisporites psilatus* (Ross) Pflug in Thomson et Pflug, скв. 12, обр. 12ф-2; 20 – *Stereisporites congregatus* (Bolchovitina) Schulz, скв. 12, обр. 12ф-2; 21 – *Osmundacidites* sp., скв. 12, обр. 12ф-2; 22 – *Inaperturipollenites* sp., скв. 12, обр. 12ф-2; 23 – *Sciadopytisipollenites multiverrucosus* (Sachanova et Iljina) Iljina, скв. 12, обр. 12ф-2; 24 – *Piceapollenites variabiliformis* (Maljavkina) Petr., скв. 12, обр. 12ф-2. Все изображения в одном увеличении.



Рис. 1

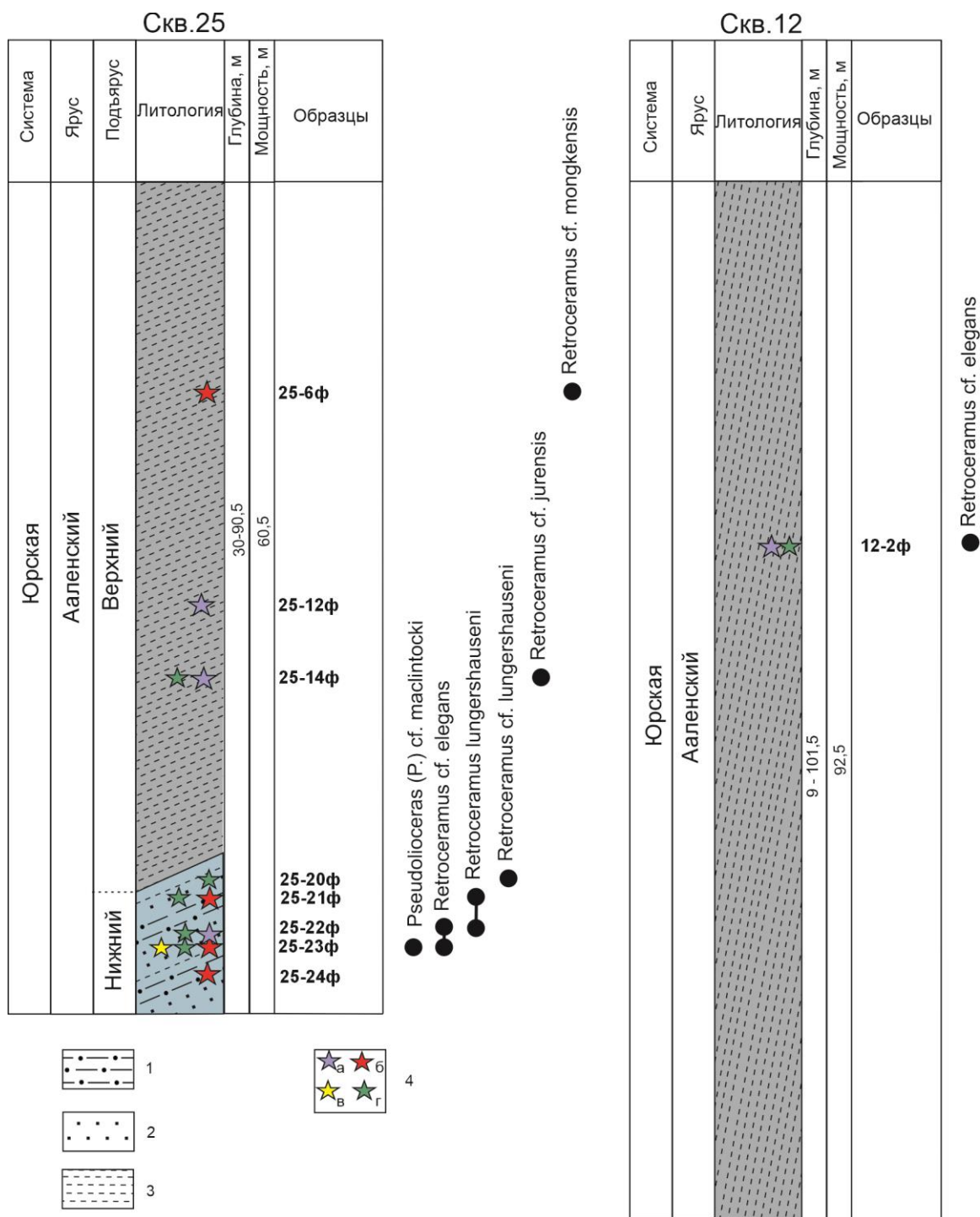


Рис. 2

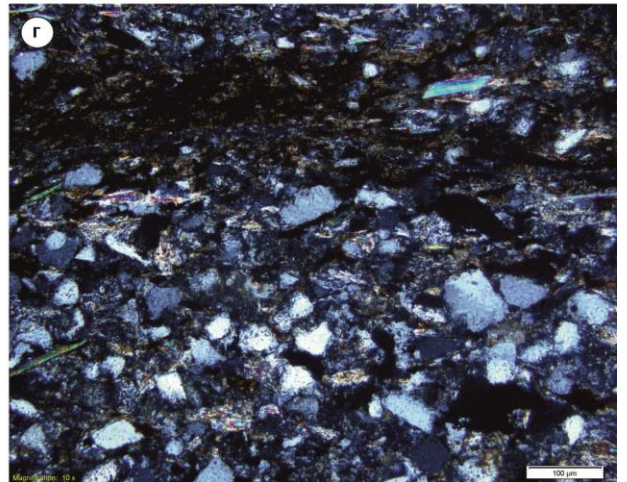
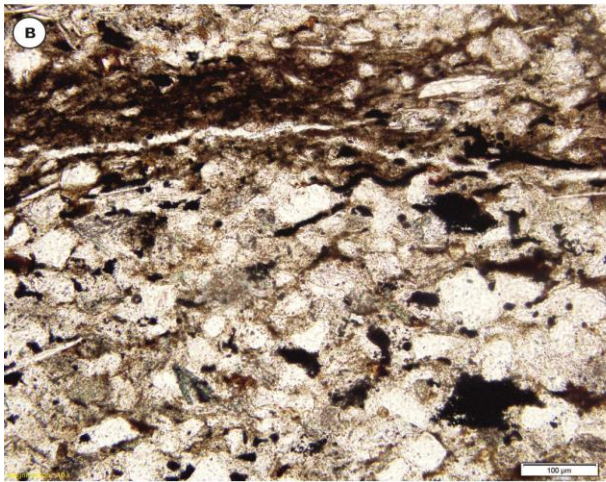
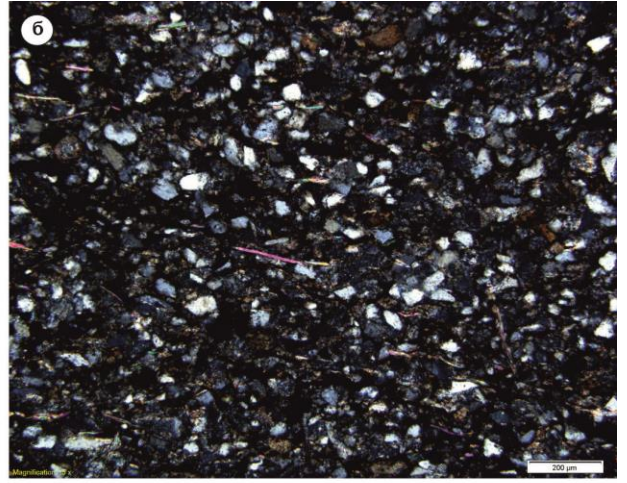


Рис.3

Международная стратиграфическая шкала		Общая стратиграфическая шкала		Бореально-Атлантическая область (Северо-Западная Европа)		Арктическая область (Северо-Восток Азии)		Бореальный зональный стандарт по аммонитам	Зональная шкала по двустворкам Северо-Востока России	Зональная шкала по двустворкам Сибири		Новосибирские острова					
Contini et al., 1997		Зоны..., 1982		Howart, 1992; Contini et al., 1997		Репин, 2016, 2017	Князев, 1997; Князев и др., 2007	Захаров и др., 1997	Решения..., 2009	Решения..., 2004; Шурыгин и др., 2011		Настоящая работа					
Ярус	Подъярус	Ярус	Подъярус	Зона	Подзона	Зона	Зона	Зона	Зона, слои*	b-зона		Зона	b-зона				
Ааленский	Верхний	Ааленский	Верхний	Grafcoceras concavum	Graphoceras formosum	Pseudolioceras (Tugurites) whiteavesi	Pseudolioceras (Tugurites) whiteavesi	Pseudolioceras (Tugurites) whiteavesi	Retroceramus elegans - Retroceramus jurensis	Arctotis lenaensis	Retroceramus jurensis	подразделения не установлены	Retroceramus jurensis				
					Graphoceras concavum												
	Brasilia bradfordensis			Brasilia gigantea	Pseudolioceras maclintocki						Pseudolioceras maclintocki			Retroceramus priscus, Retroceramus menneri*	Mclearnia kelimyarensis	Pseudolioceras maclintocki	Retroceramus elegans
				Brasilia bradfordensis													
	Ludwigia murchisonae			Ludwigia murchisonae	Leioceras opalinum	Leioceras bifidatum	Pseudolioceras beyrichi orientale	Pseudolioceras falcodiscus	Pseudolioceras falcodiscus	Arctotis marchaensis	Mytiloceras (Lenoceras) elongatus						
				Ludwigia haugi		Leioceras opalinum						Grammoceras thouarsense	Grammoceras striatulum	Pseudolioceras rozenkrantzi	Pseudolioceras wuerttenbergeri	Pseudolioceras wuerttenbergeri	Mytiloceras (Pseudomytiloides) marchaensis
Нижний																	
Тоарский	Верхний	Тоарский	Верхний	Dumorteria levesquei	Pleydellia aalensis	Pseudolioceras replicatum	Pseudolioceras falcodiscus	Pseudolioceras falcodiscus	Arctotis marchaensis	Dacryomya gigantea	Arctotis marchaensis	подразделения не установлены	подразделения не установлены				
					Dumortieria moorei												
					Dumortieria levesquei	Pseudolioceras paracompactile								Pseudolioceras danilovi	Pseudolioceras wuerttenbergeri	Pseudolioceras wuerttenbergeri	Mytiloceras (Pseudomytiloides) marchaensis
					Phlyseogrammoceras dispansum												
				Grammoceras thouarsense	Pseudogrammoceras fallaciosum	Pseudolioceras rozenkrantzi	Pseudolioceras wuerttenbergeri	Pseudolioceras wuerttenbergeri	Mytiloceras (Pseudomytiloides) marchaensis								
					Grammoceras striatulum												

Рис. 4

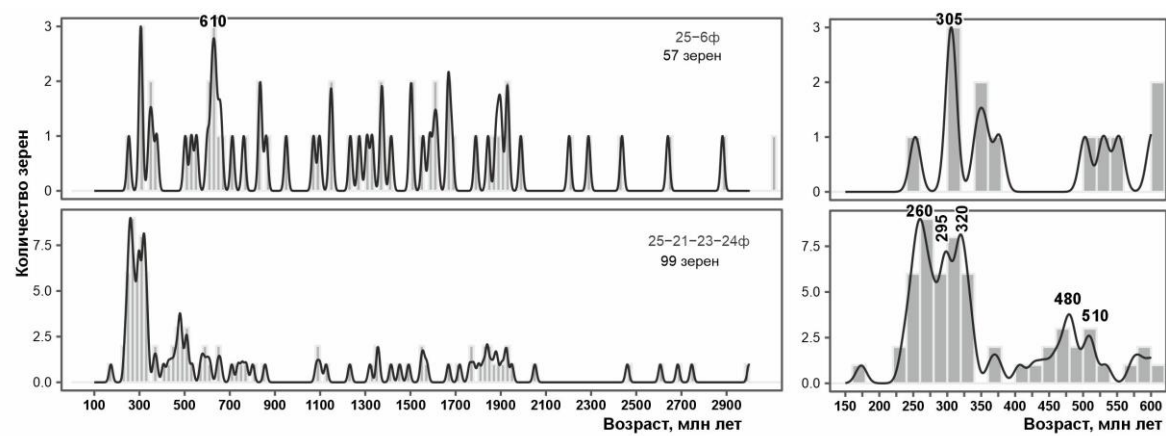


Рис. 5

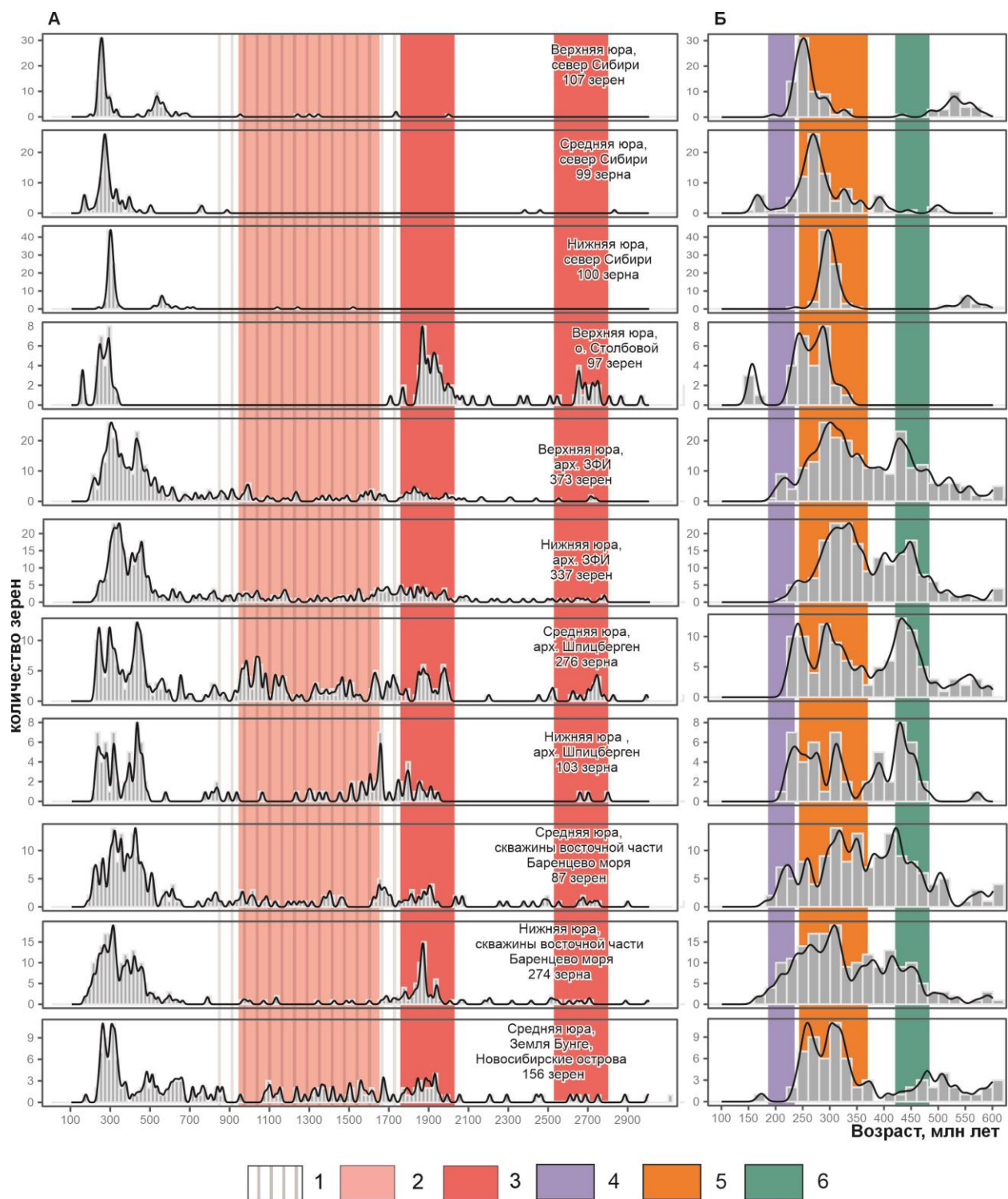


Рис. 6

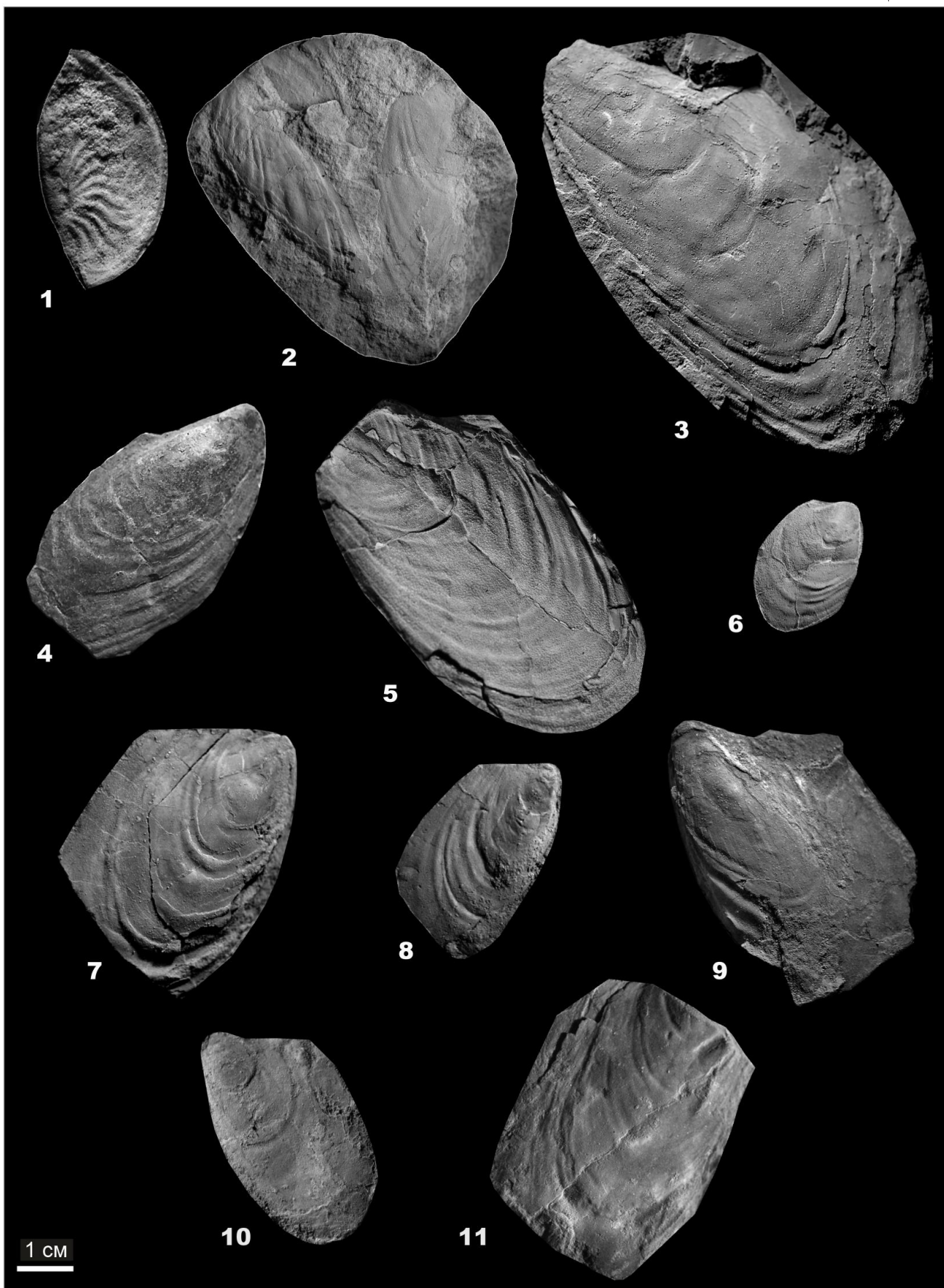


Таблица II

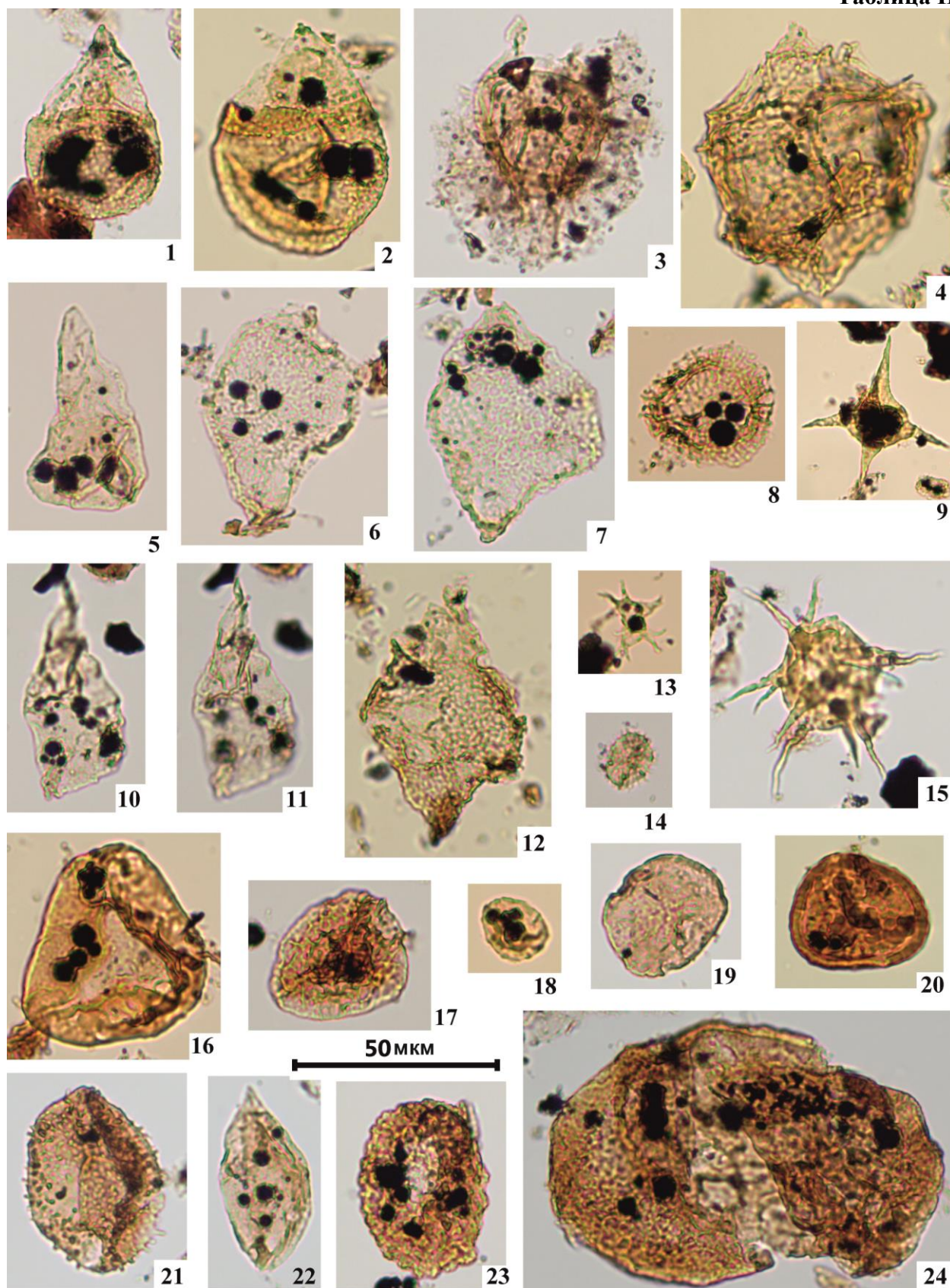


Таблица 1. Распределение палиноморф

Система	Юрская			
Ярус	Аален			
Палинозона (по Ильина, 1997)	7 – <i>Piceapollenites variabiliformis</i> , <i>Cyathidites minor</i> , <i>Osmundacidites</i> spp., <i>Marattisporites scabratus</i> , <i>Dipteridaceae</i>			
Слои по спорам и пыльце (по Ильина, 1997)	7b – <i>Piceapollenites</i> spp., <i>Stereisporites</i> spp., <i>Quadraeculina</i> <i>limbata</i> , <i>Dictyophyllidites</i> spp., <i>Marattisporites scabratus</i>			
Слои с диноцистами (данная работа)	<i>Phallocysta arctica</i> , <i>Caddasphaera</i> <i>halosa</i>			
Пробы	25ф-12	25ф-14	25ф-22	12ф-2
ПЫЛЬЦА ГОЛОСЕМЕННЫХ				
<i>Cycadopites</i> sp.	1			1
<i>Gingkocycadophytus</i> spp.	1	1	1	3
<i>Inaperturapollenites</i> sp.	4	8	8	14
<i>Perinopollenites elatoides</i> Couper				2
Coniferales	104	101	51	25
<i>Piceapollenites</i> sp.	1	3	11	4
<i>Piceapollenites variabiliformis</i> (Maljavkina) Petr.			1	3
<i>Alisporites</i> sp.	1	2	4	3
<i>Pinuspollenites</i> sp.				2
<i>Podocarpidites</i> sp.	2	1	3	1
<i>Sciadopytisporites multiverrucosus</i> (Sachanova et Iljina) Iljina		1		1
<i>Schasmatisporites</i> sp.	1		2	1
<i>Quadriculina limbata</i> Maljavkina				1
<i>Callialasporites</i> sp.			1	
<i>Sciadopytisporites</i> sp.			1	
СПОРЫ МХОВ И ПАПОРОТНИКОВ				
<i>Stereisporites psilatus</i> (Ross) Pflug in Thomson et Pflug				1
<i>Stereisporites congregatus</i> (Bolch.) Schulz	1	1		2
<i>Stereisporites compactus</i> (Bolch.) Iljina			1	1
<i>Stereisporites</i> sp.		2		
<i>Marattisporites scabratus</i> (Couper) Norris				3
<i>Lycopodiumsporites</i> sp.	1	4		6
cf. <i>Reticulisporites</i> sp.				1
<i>Tripartina variabilis</i> Maljavkina				1
<i>Leiotriletes</i> sp.	3	1	1	3
<i>Deltoidospora</i> sp.				1
<i>Dictyophyllidites</i> sp.				1
<i>Baculatisporites comaumensis</i> (Cookson) Potonié	1			3
<i>Osmundacidites</i> sp.	17	17	7	7

Osmundacidites wellmanii Couper				5
Concavissimisorites verrucosus Delcourt et Sprumont				1
Undulatisporites sp.				1
Contignisorites sp.	1			1
Coronatispora perforata Dettmann				1
Obtusisoris junctus (Kara-Murza) Pocock				1
Camptotriletes tenellus Sachanova				1
Duplexisorites anagrammensis (K.-M. ex Bolch.) Schug.			1	
Cyathidites sp.	5	2	1	
Dicksonia sp.		1		
Duplexisorites cf. gyratus Playford et Dettmann		1		
ДИНОЦИСТЫ, АКРИТАРХИ, ПРАЗИНОФИТЫ				
<u>ДИНОЦИСТЫ</u>				
Nannoceratopsis gracilis Alberti			1	10
Nannoceratopsis sp.			2	1
Phallocysta arctica (Below) Riding		2	1	5
Phallocysta eumekes Dörhöfer et Davies				1
Phallocysta elongata (Beju) Riding				2
Paraevansia sp.				2
Parvocysta cf. bullula Bjaerke				1
Parvocysta cf. bjaerkei Smelror				1
Caddasphaera halosa (Filatoff) Lent. et Will.	1	1	4	2
Batiacasphaera sp.				1
Scrinioicassis cf. limbicavatus Prauss				2
Valvaeodinium cf. cavum (Davies) Below				1
<u>АКРИТАРХИ</u>				
Baltisphaeridium spp.	1			8
Michrhystridium sp.			2	5
Leiofusa jurassica Cookson et Eisenack				1
<u>ПРАЗИНОФИТЫ</u>				
Tasmanaceae				1
Leiosphaeridia sp.				1
маленькие округлые фикома зеленых водорослей	3			58
Botryococcus	1		1	1
ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЫСТИЛКИ ФОРАМИНИФЕР	3	1	4	1

Biostratigraphy and Provenance of Aalenian Deposits of the New Siberian Islands, Eastern Arctic

V. B. Ershova ^{a, b, #}, O. A. Lutikov^a, G. N. Alexandrova^a, M. A. Rogov^a, D. Stockli^c, and L. Stockli^c

^a *Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

^b *Institute of Earth Sciences, Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia*

^c *University of Texas at Austin, Austin, USA*

[#]*e-mail: ershovavictoria@gmail.com*

New data are presented on the Aalenian deposits of the New Siberian Islands Archipelago. Based on the findings of ammonites of the genus *Pseudolioceras* and bivalves of the genus *Retroceramus* in cores drilled in the southeastern part of Kotelnny Island and in Gedenstrom Bay, the presence of both Lower and Upper Aalenian deposits is substantiated. The Aalenian mollusk assemblages show low taxonomic diversity and are compositionally similar to coeval faunas from other Arctic regions. Palynological analysis refined the composition of the high-latitude Aalenian dinocyst assemblages: the early Aalenian is characterized by a greater diversity resembling that of the Late Toarcian, whereas a noticeable decline of species number is observed in the late Aalenian. These changes are interpreted as a response of marine ecosystems to pronounced cooling events. For the first time, characteristic Aalenian species of bivalves, ammonites, and palynomorphs from this region are illustrated. U–Pb dating of detrital zircon indicates that clastic material in the Aalenian sedimentary basin was sourced from rocks of Grenvillian–Sveconorwegian, Timanian, Caledonian, and Hercynian orogenic belts, or from recycled sediments derived from their erosion. Comparison with distribution of detrital zircons ages from Jurassic deposits of other Arctic regions reveals a strong similarity to those of the Barents Sea region, supporting a tectonic connection between the New Siberian Islands and the Barents Shelf during the Jurassic.

Keywords: Aalenian, Arctic, bivalves, ammonites, dinocysts, detrital zircon