

БИОСТРАТИГРАФИЯ И ОСОБЕННОСТИ ГЕОХИМИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ЮРЫ И МЕЛА АРХИПЕЛАГА НОВОСИБИРСКИЕ ОСТРОВА

(Российская Арктика)

Б.Л. Никитенко^{1,2}, В.П. Девятков³, Н.К. Лебедева^{1,2}, В.А. Басов⁴, Е.А. Фурсенко^{1,2},
А.А. Горячева^{1,2}, Е.Б. Пешевицкая¹, Л.А. Глинских¹, С.Н. Хафаева¹

¹Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,
630090, Новосибирск, просп. Академика Коптюга, 3, Россия

²Новосибирский государственный университет, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2, Россия

³Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья,
630091, Новосибирск, Красный просп., 67, Россия

⁴Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового
океана им. Академика И.С. Грамберга, 190121, Санкт-Петербург, Английский просп., 1, Россия

Юрско-меловой терригенный комплекс акватории морей Лаптевых и Восточно-Сибирского представляет значительный интерес как потенциальный нефтегазоносный объект. Однако ключевые для этого региона разрезы юры и мела архипелага Новосибирские острова остаются слабоизученными. Оригинальные исследования позволили дать детальную микропалеонтологическую характеристику изученных разрезов и обосновать ранее предложенное литостратиграфическое расчленение. Впервые на изученной территории в разрезах юры и мела прослежен ряд зон бореального стандарта: по фораминиферам, остракодам, диноцистам и наземным палиноморфам. Совместно с анализом опубликованных сведений по аммонитам, двустворкам, наземным палиноморфам и в комплексе с результатами абсолютного датирования это дало возможность более точно определить стратиграфическое положение выделенных литостратонов. Проведенные исследования являются основой для увязки полученных результатов комплексных работ с данными сейсмических методов изучения акватории морей Лаптевых и Восточно-Сибирского. Приведены детальные данные по геохимии органического вещества песчовой свиты (геттанг—низы верхнего плинсбаха).

Юра, мел, стратиграфия, органическая геохимия, молекулы-биомаркеры, фораминиферы, остракоды, цисты динофлагеллят, споры и пыльца, Арктика, Новосибирские острова.

JURASSIC AND CRETACEOUS BIOSTRATIGRAPHY AND ORGANIC MATTER GEOCHEMISTRY OF THE NEW SIBERIAN ISLANDS (*Russian Arctic*)

B.L. Nikitenko, V.P. Devyatov, N.K. Lebedeva, V.A. Basov, E.A. Fursenko, A.A. Goryacheva,
E.B. Peshchevitskaya, L.A. Glinskikh, and S.N. Khafaeva

The Jurassic–Cretaceous terrigenous complex of the Laptev and East Siberian seas is of considerable interest as a potential exploration target. However, the key Jurassic and Cretaceous sections of the New Siberian Islands have been poorly studied. The results of this study were used to provide a detailed micropaleontological description of these sections and substantiation of the previous lithostratigraphic subdivision. We first identified a series of Boreal standard zones in the Jurassic and Cretaceous sections, based on their foraminifers, ostracods, dinocysts, and terrestrial palynomorphs. Our results, along with the published data on ammonites, bivalves, and terrestrial palynomorphs and the results of radiometric dating, provide more precise constraints on the stratigraphic position of the identified lithostratigraphic units. The results of this study can be corroborated by seismic data to explore offshore areas of the Laptev and East Siberian seas. We also present detailed data on the geochemistry of organic matter from the Pestsovaya Formation (Hettangian–lowermost Upper Pliensbachian).

Jurassic, Cretaceous, Arctic, New Siberian Islands, stratigraphy, organic geochemistry, biomarker molecules, foraminifers, ostracods, dinocysts, spores and pollen

ВВЕДЕНИЕ

Качественное и эффективное проведение геолого-разведочных и поисковых работ напрямую зависит от степени био- и литостратиграфической изученности территории, сведений об особенностях геохимии органического вещества. Стратиграфические исследования должны проводиться опережающе

© Б.Л. Никитенко✉, В.П. Девятков, Н.К. Лебедева, В.А. Басов, Е.А. Фурсенко, А.А. Горячева, Е.Б. Пешевицкая,
Л.А. Глинских, С.Н. Хафаева, 2018

✉e-mail: NikitenkoBL@ipgg.sbras.ru

DOI: 10.15372/GiG20180206

щими темпами. В настоящее время приоритетными являются исследования стратиграфии, геологии и геохимии мезозоя арктических шельфов морей России и прилегающих участков суши. Юрско-меловой терригенный комплекс акватории моря Лаптевых и Восточно-Сибирского моря представляет значительный интерес как потенциальный нефтегазоносный объект. Вместе с тем стратиграфия юры и мела этого региона и геохимия органического вещества остаются одними из наименее изученных в Арктике.

Следует отметить, что уже при первых систематизированных исследованиях геологии юры и мела Новосибирских островов особое внимание уделялось палеонтологическим и палеофлористическим остаткам как основе для определения стратиграфического положения вмещающих толщ [Толль, 1899; Nathorst, 1907; Sokolov, 1908; Павлов, 1914; и др.]. Массовые и комплексные исследования по стратиграфии и геологии юры и мела этой территории проводились в середине 50-х и особенно в 70-х годов прошлого века, во время геологической съемки, результаты которой были опубликованы в статьях и объяснительных записках к геологическим картам. В результате этих исследований, изученные разрезы были расчленены с ярусной, реже подъярусной степенью детальности, основанной на разных группах фоссилий. Геохимические исследования рассеянного органического вещества этих разрезов ограничивались только единичными определениями содержания C_{org} в породе [Лобанов, 1957; Воронков, 1958; Вольнов и др., 1970; Иванов и др., 1974; Виноградов, Явшиц, 1975; Преображенская и др., 1975; Герке, 1977; Корчинская, 1977; Непомилуев и др., 1979; Короткевич, Преображенская, 1982; Косько и др., 1985; Самусин, Белоусов, 1985; Труфанов и др., 1986; Стратиграфия..., 1987; Дорофеев и др., 1999; и др.].

В последние десятилетия особое внимание уделялось комплексным исследованиям по биостратиграфии, седиментологии и эволюции терригенного турбидитового комплекса на юге о. Столбовой и о. Большой Ляховский [Кузьмичев и др., 2006, 2009а]. Дана современная характеристика балыктахской свиты (верхи апта—альб) о. Котельный, приведены палинологические, палеофлористические комплексы и данные абсолютного датирования [Кузьмичев и др., 2009б].

Проведенные биостратиграфические и геохимические исследования разрезов юры и мела архипелага Новосибирские острова, анализ ранее опубликованных данных позволил обосновать предложенную стратиграфическую схему [Никитенко и др., 2017] этого региона и оценить особенности геохимии органического вещества из нижнеюрских толщ.

БИОСТРАТИГРАФИЯ И ЗОНАЛЬНЫЕ ШКАЛЫ (ДУВСТВОРКИ, ФОРАМИНИФЕРЫ, ОСТРАКОДЫ, ДИНОЦИСТЫ И НАЗЕМНЫЕ ПАЛИНОМОРФЫ)

Стратиграфическая схема юры и мела изученной территории [Никитенко и др., 2017] включает данные по распределению основных групп макрофауны — аммонитам и двустворчатым моллюскам, микрофауны — фораминиферам и остракодам, наземным и морским палиноморфам.

Аммониты. К настоящему времени известно лишь несколько находок аммонитов на территории Новосибирских островов. В нижней части разреза зееберговской толщи, вскрытого скв. 25 на Земле Бунге определены обломки аммонита *Pseudolioceras* sp. (aff. *maclintocki*) (рис. 1, 2) [Труфанов и др., 1986], характерного для базальной аммонитовой зоны средней юры [Никитенко и др., 2013].

На о. Котельный в районе слияния рек Драгоценная и Средняя близ границы с Землей Бунге были выявлены разнообразные аммониты в известковистых глауконитовых конкрециях [Косько и др., 1985] (см. рис. 1, 2), в современном понимании определяемые как *Cadoceras barnstoni* и *Cadoceras perratum* [Меледина, 1999], типичные для нижней части верхнего бата [Callomon, 2003; Callomon et al., 2015; Никитенко и др., 2013; Меледина, 2014]. Также упоминается находка обломка *Cadoceras*, близкого к виду *elatmae* на м. Высокий, о. Новая Сибирь [Павлов, 1914], возможно, попавшего сюда с ледовым разномом.

Из меловой части разреза известны находки *Phylloceras* (?) sp. ind. в средней части глубокой толщи, скв. 11 на Земле Бунге [Басов и др., 2013] и ? *Boreiophylloceras* из верхневожской или нижнеберриасской части разреза о. Столбовой, крестовая толща [Кузьмичев и др., 2009а] (см. рис. 1). Но эти формы аммонитов не используются в зональной стратиграфии.

Двустворки. Среди макрофауны в юрских и меловых толщах широко распространены двустворки. Наиболее древние юрские ассоциации были определены в нижнем течении р. Тихая в песчовой свите. Там, в нижней части разреза (наше обнажение КТ 5) [Никитенко и др., 2017], были собраны многочисленные *Otapiria originalis* и более редкие *Pseudomytiloides* ex gr. *sinuosus* [Преображенская и др., 1975; Корчинская, 1977; Косько и др., 1985], характерные для геттанга и синемюра. Нам повторить находки этих двустворок не удалось. Но в слоях 1—10 разреза КТ 5 нами были найдены многочисленные *Narpace* ex gr. *laevigatus* (заклечение А.М. Трущелева) совместно с фораминиферами верхов синемюра—нижнего плинсбаха (см. рис. 1, 3, 4).

Среднеюрские двустворки, виды-индексы зон *Retroceramus elegans* и *Retroceramus jurensis* определены совместно с аммонитами и фораминиферами в разрезе зееберговской толщи в скважинах 25, 12 и

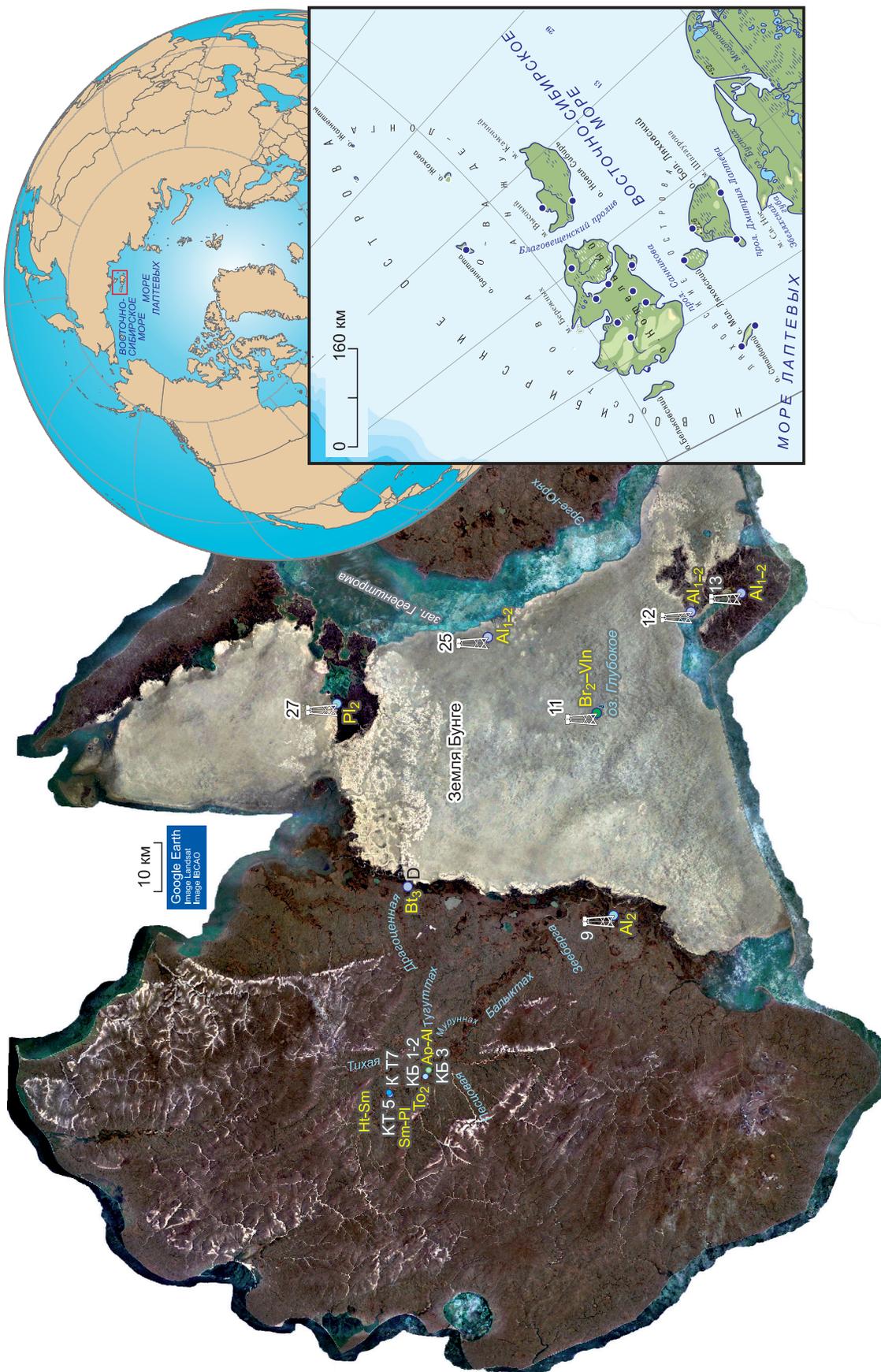


Рис. 1. Положение основных разрезов юры и мела на архипелаге Новосибирские острова. Цвет кружков соответствует цветам ОСШ России (см. рис. 4).

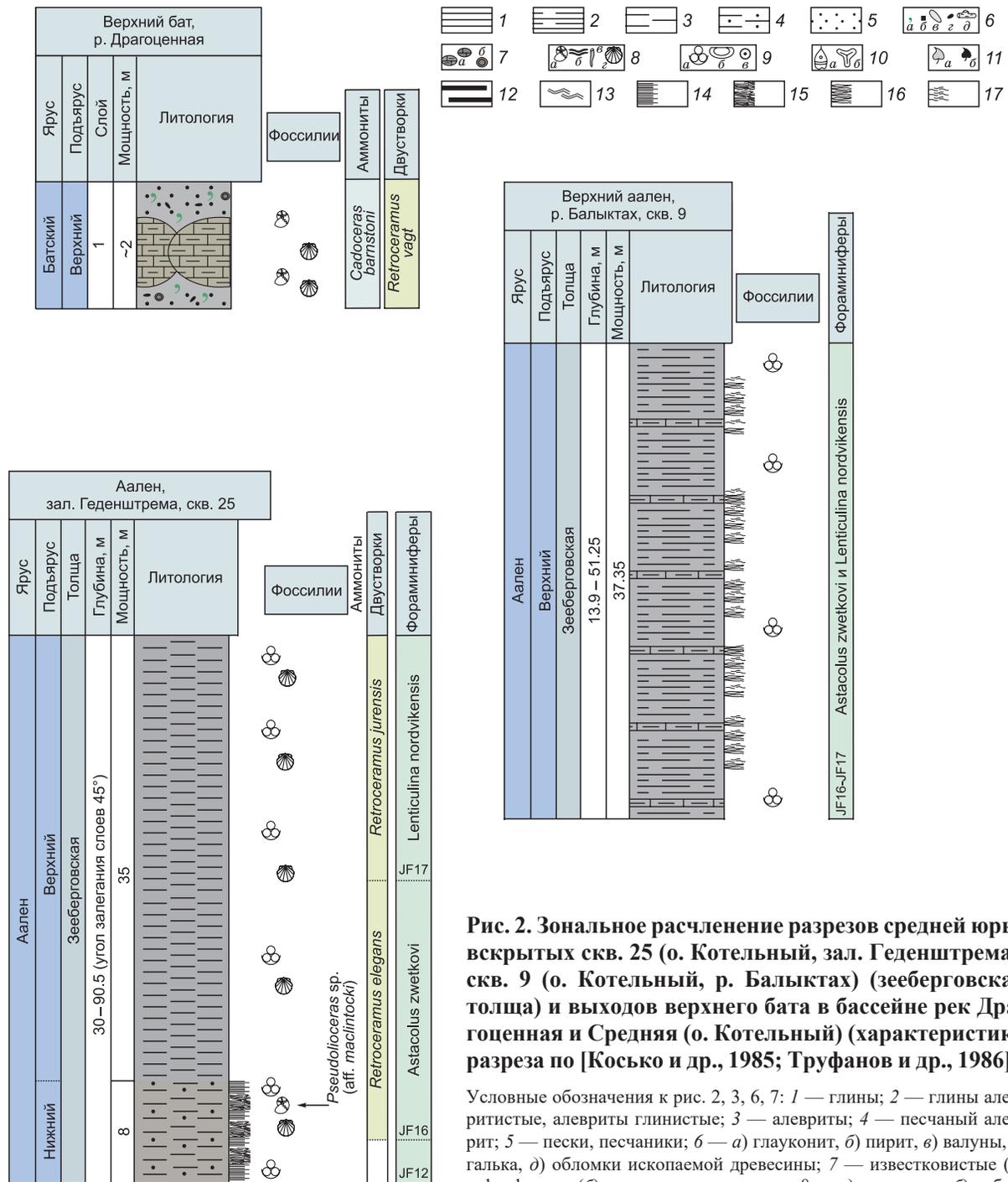


Рис. 2. Зональное расчленение разрезов средней юры, вскрытых скв. 25 (о. Котельный, зал. Геденштрема), скв. 9 (о. Котельный, р. Балыктах) (зееберговская толща) и выходов верхнего бата в бассейне рек Драгоценная и Средняя (о. Котельный) (характеристика разреза по [Косьюко и др., 1985; Труфанов и др., 1986]).

Условные обозначения к рис. 2, 3, 6, 7: 1 — глины; 2 — глины алевролитистые, алевролиты глинистые; 3 — алевролиты; 4 — песчаный алевролит; 5 — пески, песчаники; б — а) глауконит, б) пирит, в) валуны, г) галька, д) обломки ископаемой древесины; 7 — известковистые (а) и фосфатные (б) конкреции и стяжения; 8 — а) аммониты, б) субго-

горизонтальные следы жизнедеятельности, в) субвертикальные следы жизнедеятельности, г) двустворки; 9 — а) фораминиферы, б) остракоды, в) криноидеи; 10 — а) диноциты, б) споры и пыльца; 11 — а) остатки макрофлоры, б) фрагменты обугленной растительности; 12 — углистые прослои и линзы; 13 — знаки волновой ряби; 14 — горизонтальная слоистость; 15 — косая слоистость; 16 — линзовидная слоистость; 17 — волнистая слоистость.

13 на Земле Бунге. На о. Котельный в районе слияния рек Драгоценная и Средняя, близ границы с Землей Бунге, в известковистых глауконитовых конкрециях [Косьюко и др., 1985] найдены батские *Retroceramus vagt* (см. рис. 1, 3, 4).

Д.Н. Соколов определил по сборам К.А. Воллосовича из района развития апт-альбской континентальной балыктахской свиты, из ожелезненных аргиллитов естественных выходов среднего течения левобережья р. Балыктах верхнеоксфордских *Aucella bronni* и *Aucella kirghisensis* [Sokolov, 1908]. Позднее они были переопределены как *Buchia concentrica* и *Praebuchia kirghisensis* соответственно [Захаров,

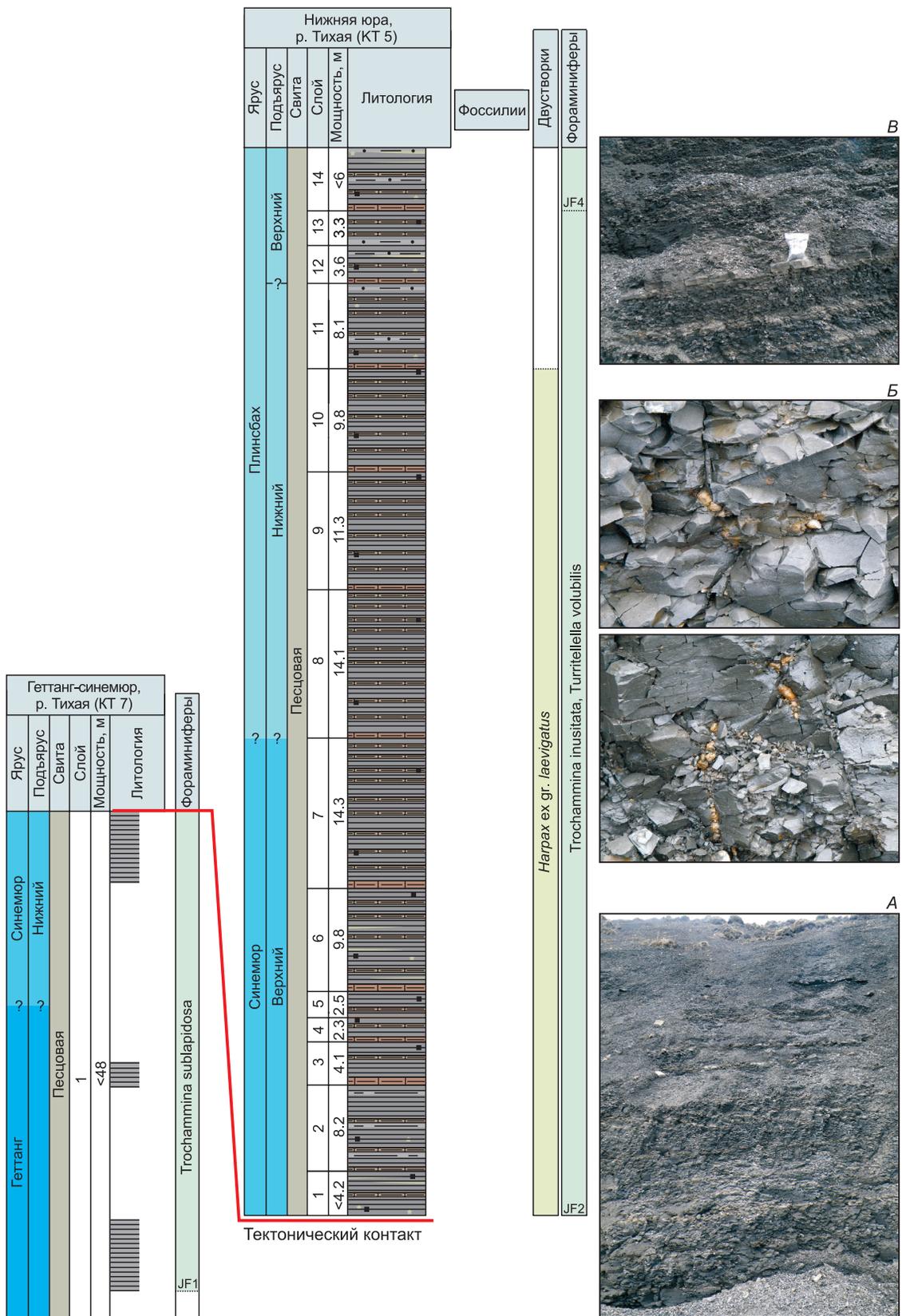


Рис. 3. Зональное расчленение разреза песцовой свиты (геттанг—низы верхнего плинсбаха) в обнажениях КТ 5 и КТ 7, нижнее течение р. Тихая, о. Котельный.

А — глины с редкими прослоями известковых глинистых алевролитов, слой 2, обн. КТ 5; Б — глины с обильными пиритизированными следами жизнедеятельности, слои 7—9, обн. КТ 5; В — частое ритмичное чередование глин алевролитовых, известковых алевролитов глинистых и алевролитов песчаных, слой 11, обн. КТ 5. Усл. обозн. см. на рис. 2.

млн лет [Ogg et al., 2016]	Ярус		Аммониты	Двустворки	Фораминиферы	Остракоды	Диноцисты	Палиноморфы
	Верхний	Нижний						
93.9	Турон	Верхний						ПК турона
		Средний						
		Нижний						
100.5	Сеноман	Верхний						ПК сеномана
		Средний						
		Нижний						
113.1	Альб	Верхний						ПК сеномана-турона
		Средний						
		Нижний						
126.3	Апт	Верхний						
		Средний						
		Нижний						
130.8	Баррем	Верхний						
		Нижний						
134.7	Валанжин	Верхний		<i>Buchia sublaevis</i>	Recurvoides obskiensis, Valanginella tatarica	KF2		
		Нижний		<i>Buchia keyserlingi</i>				
139.4	Бореальный берриас	Верхний		<i>Buchia inflata</i>				
		Нижний		<i>Buchia uncitoides, B. okensis, B. unshensis</i>				
145.0	Волга	Верхний		<i>Buchia terebratuloidea, B. piochii, B. fisheriana</i>				
		Средний						
		Нижний		<i>Buchia mosquensis</i>				
152.1	Кимеридж	Верхний						
		Нижний		<i>Buchia concentrica</i>				
157.3	Оксфорд	Верхний						
		Средний						
		Нижний						
163.1	Келловей	Верхний						
		Средний						
		Нижний						
166.1	Бат	Верхний	<i>C. barnstoni</i>	<i>Retroceramus vagt</i>				
		Средний						
		Нижний						
168.3	Байос	Верхний						
		Нижний						
170.3	Аален	Верхний		<i>Retroceramus jurensis</i>	<i>L. nordvikensis</i> JF17			
		Нижний	<i>Pseudolioceras maclintocki</i>	<i>Retroceramus elegans</i>	<i>Astaculus zwetkovi</i> JF16			
174.2	Тоар	Верхний			<i>Astaculus praefoliaceus, Lenticulina multa</i>	<i>Trochammina laimuyensis</i> JF19	<i>Phallocysta eumekes-Susadinium scrofoides</i> JD3	JSPA7
		Нижний						
183.7	Плинсбах	Верхний			<i>An. arcica, An. gerkei</i> JF7-JF8	<i>Trochammina lapidosa</i> JF4	<i>Nanacythere costata</i> JO3	
		Нижний		<i>Harpax ex gr. laevigatus</i>	<i>Trochammina inusitata, Turritellella volubilis</i> JF2			
191.4	Син.	Верхний		<i>Pseudomytiloides sinuosus, Otapiria limaeformis</i>	<i>Trochammina sublapidosa</i> JF1			Нижнеюрский палинокомплекс
		Нижний						
199.4	Гетт.	Верхний						
		Нижний						
201.4								

Рис. 4. Зональные шкалы юры и мела архипелага Новосибирские острова.

Данные по аммонитам [Косько и др., 1985; Труфанов и др., 1986; Меледина, 1999]; данные по двустворкам [Sokolov, 1908; Воронков, 1958; Вольнов и др., 1970; Иванов и др., 1974; Виноградов, Явшиц, 1975; Преображенская и др., 1975; Корчинская, 1977; Косько и др., 1985; Самусин, Белоусов, 1985; Труфанов и др., 1986; Кузьмичев и др., 2009а].

1981]. Современное стратиграфическое распространение этих форм принимается как верхний оксфорд—низ кимериджа.

Последовательности двустворок верхней юры и нижнего мела (крестовая толща) выявлены на Ляховских островах (см. рис. 1, 4, 5): Столбовой и Малый Ляховский. Следует отметить, что подавляющее большинство определений двустворок, выполненных О.В. Черкесовым, В.П. Похиалайненем, М.Д. Бурдыкиной, Н.И. Шульгиной, Е.С. Ершовой, В.А. Захаровым, сделано в открытой номенклатуре [Воронков, 1958; Вольнов и др., 1970; Иванов и др., 1974; Виноградов, Явшиц, 1975; Самусин, Белоусов, 1985; Кузьмичев и др., 2009а], что отражает как степень сохранности, так и специфику морфотипов раковин бухий. Соответственно, в ряде случаев стратиграфическое положение комплексов устанавливалось с определенной степенью условности и может быть дискуссионным.

На северной оконечности о. Столбовой в средней части крестовой толщи были определены двустворки: *Aucella* cf. *bronni* (= *Buchia* cf. *concentrica*), *Aucella* ex gr. *bronni* (= *Buchia* ex gr. *concentrica*) [Иванов и др., 1974], характерные в разных регионах Арктики для верхов оксфорда—кимериджа. Несколько выше в этом разрезе в пачке чередования пластов песчаника и пластов ритмичного чередования алевролитов, аргиллитов и песчаников были найдены *Buchia* sp. (ex gr. *mosquensis*). В разрезе о. Малый Ляховский в песчаных выходах определены *Buchia mosquensis* [Самусин, Белоусов, 1985], имеющие стратиграфическое распространение от верхней части кимериджа по среднюю волгу (см. рис. 1, 4, 5).

В последнее время палеонтологическое обоснование оксфорд—средневожской части разреза рядом специалистов подвергается сомнению. Это вызвано, по их мнению, противоречиями с предполагаемой моделью формирования турбидитового комплекса и неудовлетворительным палеонтологическим материалом, собранным предшественниками [Кузьмичев и др., 2009а]. Следует отметить, что авторы определений наиболее древних двустворок близ м. Скалистый отмечали, что это «...несомненно позднеюрские тонкостенные, уплощенные ауцеллы..., относящиеся к верхнеоксфорд-кимериджской группе *bronni*...» (= *concentrica*) [Иванов и др., 1974, с. 880]. Двустворки с более высокого стратиграфического уровня этого разреза действительно определены с некоторой степенью сомнения *Buchia* sp. (ex gr. *mosquensis*) [Виноградов, Явшиц, 1975]. Но в то же время в разрезе о. Малый Ляховский Е.С. Ершовой найдены полноценные *Buchia mosquensis* [Самусин, Белоусов, 1985], имеющие стратиграфическое распространение от верхней части кимериджа по среднюю волгу. В 2014 г. из этой части разреза (примерно в 1.3 км к юго-западу от м. Скалистый) на о. Столбовой были проанализированы цирконы из пробы алевропесчаника в ЦИИ ФГБУ «ВСЕГЕИ». Наиболее молодые популяции представлены кимериджскими [Ogg et al., 2016] цирконами 154 и 157 млн лет [Петров и др., 2015]. Таким образом, стратиграфическое положение и правильность определения двустворок *Buchia* cf. *concentrica* и *Buchia* ex gr. *concentrica* [Иванов и др., 1974] подтверждаются абсолютными датировками. Также следует учитывать, что ниже этой датированной точки расположено еще около 300 м разреза (см. рис. 1, 4, 5).

Вышележащая часть верхнеюрского разреза, соответствующая верхневожским слоям с двустворками *Buchia terebratuloides*, *B. piochii*, *B. fisheriana*, содержит более многочисленный и таксономически разнообразный комплекс бухий: *Buchia* ex gr. *fisheriana*, *Buchia* sp. (? cf. *rugosa*) [Виноградов, Явшиц, 1975], *Aucella* (= *Buchia*) sp. (? *gabbi*), *Aucella* (= *Buchia*) sp. (? *mosquensis*), *Aucella* (= *Buchia*) cf. *fisheriana* [Иванов и др., 1974]. На южной окраине о. Столбовой В.А. Захаровым примерно с этого уровня были определены *Buchia terebratuloides*, *B. ex gr. terebratuloides*, *B. cf. piochii*, *B. unschensis*, *B. ex gr. unschensis*, *B. ex gr. fisheriana*, *B. ex gr. unschensis-terebratuloides* [Кузьмичев и др., 2009а] (см. рис. 1, 4, 5).

Не исключено, что этот комплекс характеризует и основание бореального берриаса. В разрезах о. Столбовой нет смыкаемых границ между слоями с двустворками, поэтому граница юры и мела условно фиксируется в интервале между слоями с *Buchia terebratuloides*, *B. piochii*, *B. fisheriana* и слоями с *Buchia uncitoides*, *B. okensis*, *B. unschensis*, которые заведомо характерны для верхней, большей части бореального берриаса [Захаров, 1981; Кузьмичев и др., 2009а; Никитенко и др., 2013]. На северной оконечности острова в этой части разреза встречены комплексы двустворок с *Buchia* sp. (ex gr. *okensis-spaskensis*) и др. [Виноградов, Явшиц, 1975], *Aucella* (= *Buchia*) ex gr. *okensis*, *Aucella* (= *Buchia*) aff. *okensis*, *Aucella* (= *Buchia*) aff. *volgensis*, *Aucella* (= *Buchia*) aff. *robusta* [Иванов и др., 1974]. В южной части острова с этого уровня определены: *Buchia uncitoides*, *B. ex gr. okensis*, *B. cf. volgensis*, *B. ex gr. uncitoides-terebratuloides*, *B. cf. fisheriana*. Там же встречены комплексы двустворок нижнего валанжина с *Buchia inflata* и единичными *Buchia keyserlingi* [Кузьмичев и др., 2009а] (см. рис. 1, 4, 5).

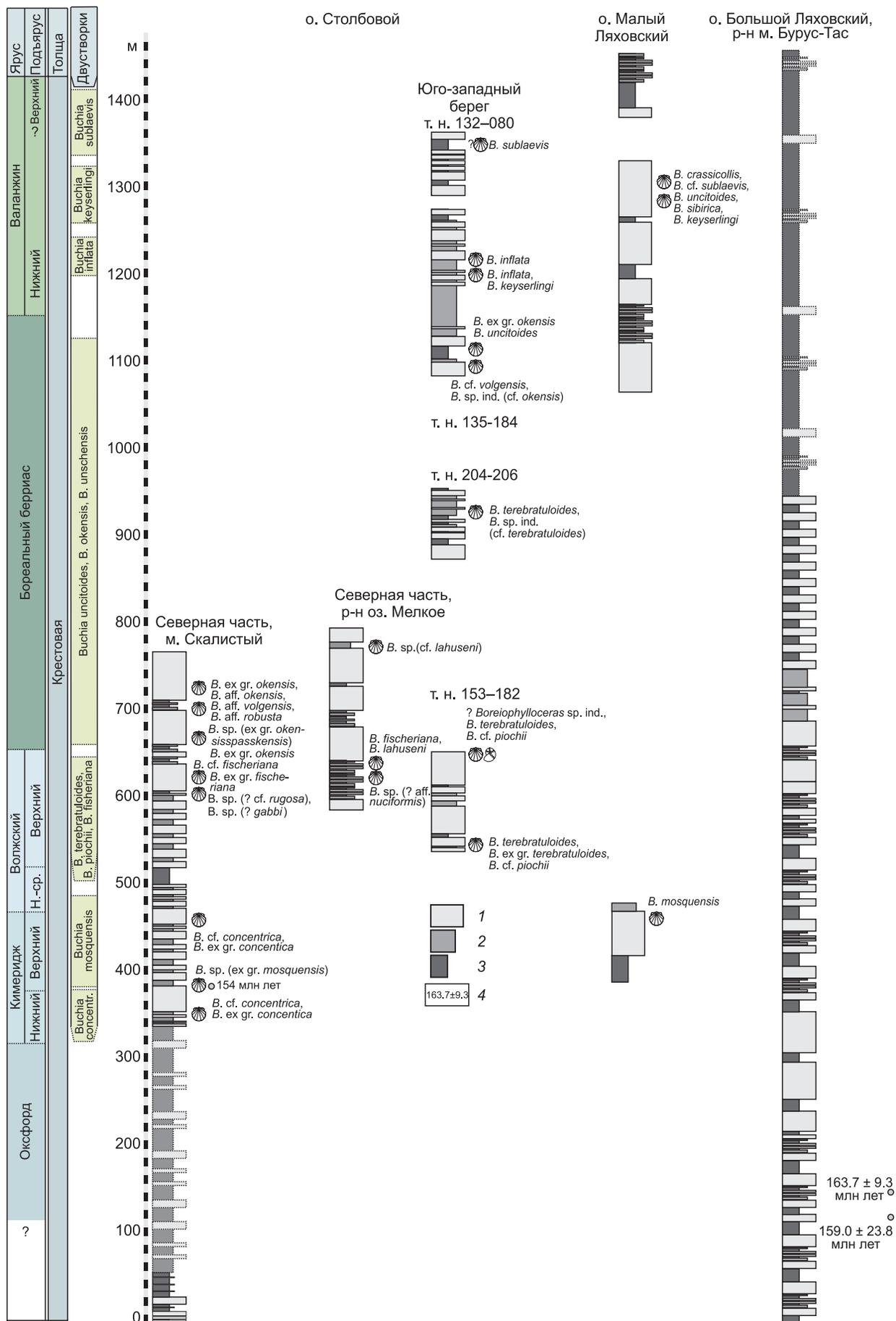


Рис. 5. Зональное расчленение разреза крестовой толщи (верхняя часть оксфорда—валанжин), обнаженной на островах Столбовой, Малый и Большой Ляховский [Иванов и др., 1974; Виноградов, Явшиц, 1975; Самусин, 1982; Самусин, Белоусов, 1985; Кузьмичев и др., 2006, 2009а].

1—3 — пакчи: 1 — песчаного состава, 2 — алевроитового состава, 3 — глинистого состава; 4 — абсолютные датировки [Кузьмичев и др., 2006; Петров и др., 2015].

Стратиграфически более высокие комплексы двустворок (слои с *Buchia keyserlingi*) валанжина с *Buchia* cf. *sublaevis*, *B. sibirica*, *B. keyserlingi* и др. определены в песчаниках о. Малый Ляховский [Самусин, Белоусов, 1985]. Самые верхи разреза южной части о. Столбовой охарактеризованы двустворками верхов нижнего—верхнего валанжина *Buchia sublaevis* [Захаров, 1981; Кузьмичев и др., 2009а] (см. рис. 1, 4, 5).

Фораминиферы. Наиболее древние комплексы фораминифер выявлены в низах разреза песчовой свиты нижнего течения р. Тихая (см. рис. 1, 3, 4). В серых пластичных глинах определены многочисленные *Ammobaculites alaskaensis*, *Glomospira perplexa*, *Glomospirella* sp., *Recurvoides praetaimyrensis*, более редкие *Saccamina kyrensis*, *Ammodiscus siliceus*, *Trochammina sublapidosa*, *T. ex gr. sublapidosa*. Подобный таксономический набор характерен для базальной фораминиферовой зоны юры Арктики: *Trochammina sublapidosa* JF1 (геттанг—низы синемюра) [Никитенко, 2009; Никитенко и др., 2013].

Более высокие горизонты песчовой свиты [Никитенко и др., 2017], вскрытые в обнажении КТ 5 (слои 1—13) (см. рис. 3), охарактеризованы комплексом фораминифер с иным таксономическим составом. В комплексах выявлены многочисленные *Ammobaculites alaskaensis*, *Trochammina inusitata*, *Jaculella jacutica*, *Ammodiscus siliceus*, *Recurvoides* sp., *R. praetaimyrenis*, *Hyperammina odiosa*, *Glomospirella* sp., *Glomospira ex gr. gordialis*, *Spiroplectammina* sp., *Turritellevella volubilis* и др. Известковистые формы (*Pseudonodosaria dea*, *Lenticulina* sp., *Astacolus* sp.) единичны и встречаются спорадически. В целом в комплексах доминируют мелкие *Trochammina inusitata*, *Ammobaculites alaskaensis*, субдоминантами являются *Hyperammina odiosa*, *Glomospirella* sp., *Glomospira ex gr. gordialis*. Подобное сочетание доминантов и таксонов типично для комплекса зоны *Trochammina inusitata*, *Turritellevella volubilis* JF2 (верхняя часть синемюра—основание верхнего плинсбаха) (см. рис. 3, 4).

В верхней части разреза КТ 5 (слои 10—13) (см. рис. 3) комплексы фораминифер меняются, исчезают представители *Recurvoides* sp., *R. praetaimyrenis*. Отмечается чередование образцов с единичными фораминиферами (или без микрофауны) и с обильными комплексами. Но доминантами уже являются «примитивные» формы *Jaculella jacutica*, *Hyperammina odiosa*, *Glomospirella* sp., *Glomospira ex gr. gordialis*, достаточно многочисленны *Ammobaculites alaskaensis*, тогда как *Trochammina inusitata* становятся редкими. Подобное обеднение комплексов и доминирование «примитивных» форм на севере Сибири [Никитенко, Микей, 2004; Никитенко, 2009] отмечается в приграничных толщах нижнего и верхнего плинсбаха («аммодискусовые фации»).

С основания 14-го слоя (см. рис. 3) начинают встречаться представители *Trochammina lapidosa* (зона *Trochammina lapidosa* JF4), известные в Арктике только с верхнего плинсбаха. Учитывая все это, можно предположить, с определенной степенью условности, положение границы нижнего и верхнего плинсбаха между слоями 11 и 12 этого разреза (см. рис. 1, 3, 4).

В разрезах нижней юры, вскрытых картировочным бурением (скв. 27, 26) [Никитенко и др., 2017], в эрге-юряхской толще (см. рис. 1, 4, 6) выявлены многочисленные и таксономически разнообразные комплексы с *Trochammina lapidosa*, *Ichthyolaria terquemi*, *I. sulcata*, *Anmarginulina gerkei*, *Geinitzinita sibirica*, *Lenticulina gottingensis*, *L. ex gr. mironovi*, *Astacolus pulhra*, *Pseudonodosaria pseudovulgata*, *Dentalina gloria*, *Marginulinopsis schleiferi*. В ассоциациях преобладают известковистые формы, характерные для вышележащих нерасчлененных фораминиферозных зон *Anmarginulina gerkei* — *Anmarginulina arctica* JF7—JF8 (средняя часть верхнего плинсбаха).

Очень интересные микропалеонтологические результаты получены по разрезам КБ 1 и КБ 2 [Никитенко и др., 2017] (см. рис. 1, 4, 6), расположенным на левом берегу среднего течения р. Балыктах (стратотипический район апт-альбской континентальной балыктахской свиты). В песках и глинах муруннахской толщи найдены многочисленные *Saccamina inanis*, *Reophax metensis*, *Glomospirella* sp., более редки *Ammoglobigerina ex gr. canningensis*, *Ammobaculites lobus*, *Trochammina taimyrensis*, *Evolutinella ex gr. zwetkovi*, характеризующие фораминиферозную зону *Trochammina taimyrensis* JF13 (верхний тоар—основание аалена) [Никитенко, 2009; Никитенко и др., 2013]. С этим хорошо согласуются данные, полученные в результате анализа распределения диноцист.

В разрезах скважин, вскрывающих зееберговскую толщу [Никитенко и др., 2017], прослежены три зональных комплекса фораминифер, в которых количественно преобладают и таксономически разнообразны известковистые формы. В основании разреза в частом чередовании алевролитов и песчаных алевролитов (см. рис. 1, 2, 4) найдены многочисленные *Lenticulina multa*, *Lenticulina ex gr. dOrbigny*,

Рис. 6. Зональное расчленение разреза эрге-юряхской толщи (верхний плинсбах), вскрытого скв. 27, о. Котельный, Земля Бунге (характеристика разреза, по [Труфанов и др., 1986]), и разреза муруннахской толщи (верхний тоар) в обнажениях КБ 1 и КБ 2, левый берег среднего течения р. Балыктах, о. Котельный.

А — косо- и волнисто-слоистые алевритистые пески с линзочками уплотненного известковистого песчаника слой 2, обн. КБ 1; *Б* — известковистые песчаники со следами ряби и алевритовые пески светло-серые, обн. КБ 2. Усл. обозн. см. на рис. 2.

Astaculus praefoliaceus, *Citharina* spp., *Ammodiscus glumaceus*, *A. ex gr. siliceus*, *Trochammina taimyrensis*, *Saccammina ampullacea*, *Globulina sibirica*, характерные для самых верхов тоара—нижней части аалена (верхняя часть зоны *Astaculus praefoliaceus*, *Lenticulina multa* JF12). В более высоких частях этого разреза происходит постепенная смена комплекса, появляются *Astaculus zwetkovi*, *Trochammina praesquamata*, *Palmula* sp., *Ammodiscus ex gr. arangastachiensis*, *Lenticulina nordvikensis*, *Pseudonodosaria ex gr. commaeformis* (зона *Astaculus zwetkovi* JF16, верхняя часть нижнего—верхний аален). Верхняя часть разреза зееберговской толщи, соответствующая зоне *Lenticulina nordvikensis* JF17 (верхняя часть верхнего аалена), охарактеризована многочисленными находками вида-индекса, типичны *Verneuilinoides* sp., *Planularia ex gr. hatangensis*, *Pseudonodosaria commaeformis*, *Dentalina ex gr. communis*, *Nodosaria nitidana*, *Lingulonodosaria* sp. Стратиграфическое положение зональных комплексов в разрезе подтверждается находками двустворок и аммонита (см. рис. 2, 4).

Фораминиферы верхов бореального берриаса—валанжина выявлены в разрезе скв. 11 на Земле Бунге (см. рис. 1, 4, 7). В целом в комплексе преобладают многочисленные и разнообразные известковистые формы. В нижней части разреза (инт. 50—128 м) в комплексе фораминифер зоны *Recurvoides obsekensis*, *Valanginella tatarica* KF2 встречены *Valanginella tatarica*, *Orientalia baccula*, *Geinitzinita acroretacea*, *Lenticulina novella*, *L. nivalis*, *Quinqueloculina opedentata*, *Glomospirella dami*, *Ammodiscus kosyrevae*, *Epistomina caracolla*, *Marginulina* spp. и др. [Басов и др., 2013]. Анализ распределения фораминифер позволяет предположить, что эта часть фораминиферовой зоны может соответствовать верхам бореального берриаса—нижней части валанжина.

В верхней части этого разреза (инт. 22—50 м) в комплексе фораминифер появляются теплолюбивые формы, такие как *Lenticulina macrodisca*, *L. saxocretacea*, *L. saxonica*, *Lenticulina espitaliei*, *Spirillina* sp. [Басов и др., 2013]. В многочисленных разрезах нижнего мела Европы, бассейна р. Печора, баренцевоморского шельфа эти виды характерны для верхов нижнего — верхнего валанжина [Басов, Василенко, 1999].

Остракоды. Находки остракод в разрезах юры и мела Новосибирских островов известны только в средней части верхнего плинсбаха, вскрытых картировочным бурением (см. рис. 6). Совместно с комплексами фораминифер зон *Anmarginulina gerkei* и *Anmarginulina arctica* JF7—JF8 в преимущественно песчаной эрге-юряхской толще определены немногочисленные *Ogmoconcha longula*, *O. nordvikensis*, *Ogmoconchella ornata* и *Nanacythere linearis*, характерные для остракодовой зоны *Nanacythere costata* ЮЗ (см. рис. 1, 4, 6) [Никитенко, 2009; Никитенко и др., 2013].

Микрофитопланктон. В разрезах основания юры КТ 5 и КТ 7 [Никитенко и др., 2017] (верхняя часть синемюра—нижняя часть верхнего плинсбаха), обнаженных в низовьях р. Тихая, найдены немногочисленные акритархи *Polygonium* spp., *Micrhystridium* spp., *Veryhachium* sp., *Leiofusa jurassica*, прازیнофиты *Leiosphaeridia* sp., *Tasmanites* sp., *Pterospermella* sp. и единичные зигнемовые *Ovoidites* sp. (см. рис. 1, 3, 4).

Находки микрофитопланктона в значительном количестве (12—47 %) выявлены в палиноспектрах муруннахской толщи, разрезы КБ 1 и КБ 2 (см. рис. 1, 4, 6). Среди цист динофлагеллат значительно преобладают *Phallocysta eumekes* (до 8 %), реже встречаются (до 2 %) *Phallocysta elongata*, *Mancoadinium semitabulatum*, *Nannoceratopsis deflandrei senex*, *Nannoceratopsis deflandrei*, *Nannoceratopsis gracilis*, *Nannoceratopsis* sp., *Valvaeodinium* sp., *Mendicodinium* sp. Кроме диноцист микрофитопланктон представлен акритархами *Leiofusa jurassica* (до 9 %), *Polygonium* spp. (до 8 %), *Micrhystridium* spp. (до 4 %), *Veryhachium* sp. (0.5 %); прازیнофитами *Leiosphaeridia* spp. (до 11 %), *Pterospermella* sp. (до 1 %) и единичными формами неясной систематической принадлежности — *Aletes striatus*.

Регулярное присутствие в палиноспектрах диноцист рода *Phallocysta* позволяет определить динозону *Phallocysta eumekes*-*Susadinium scrofoides* (Ph/S) [Ильина и др., 1994; Riding et al., 1999; Шурыгин и др., 2000; Никитенко и др., 2013; Горячева, 2017]. Стратиграфическое положение этой зоны установлено по находкам аммонитов, фораминифер, остракод и двустворок как верхи нижнего—верхний тоар (см. рис. 4, 6). Данный комплекс с доминированием диноцист рода *Phallocysta* хорошо прослеживается на территории Восточной Сибири. Он был установлен ранее как в естественных выходах, так и в разрезах, вскрытых скважинами.

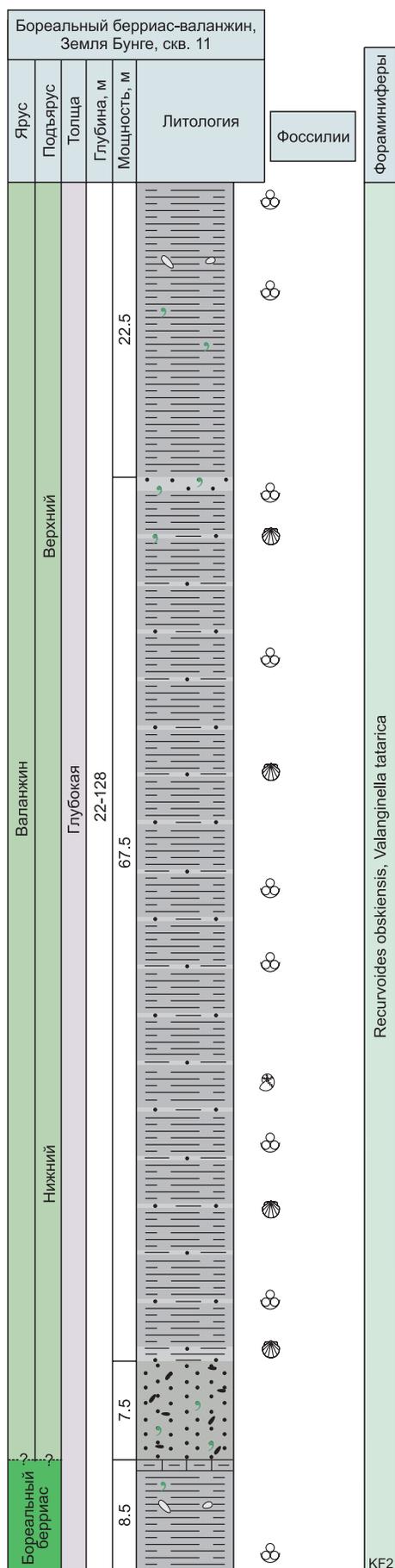


Рис. 7. Зональное расчленение разреза глубокой толщи (верхи бореального берриаса—валанжин), вскрытого скв. 11 (о. Котельный, оз. Глубокое), по [Труфанов и др., 1986; Басов и др., 2013].

Усл. обозн. см. рис. 2.

Спорово-пыльцевые комплексы. Наиболее древние палиноспектры выявлены в верхней части синемюра—нижней части верхнего плинсбаха в разрезе на р. Тихая, КТ 5 [Никитенко и др., 2017] (см. рис. 1, 3, 4). В слоях 3—14 был выделен единый палинокомплекс. Содержание пыльцы составляет 32—51 %, споры незначительны, но преобладают в структуре комплекса (45.0—65.5 %), находки микрофитопланктона незначительны (1—5 %).

Для этого палинокомплекса характерно преобладание среди спор *Dictyophyllidites* spp. — до 20 % и *Neveisporites* spp. — до 15 %. Вверх по разрезу содержание *Neveisporites* сокращается до 5 %. Среди спор определены: *Neveisporites fossilatus*, *N. limatulus*, *N. zonatus*, *Toroisporites* sp., *Polycingulatisporites bicollateralis*, *Verrucosisporites* sp., *Acanthotriletes* sp., *Neioraistrickia* sp., *Zebrasporites* sp., *Stereisporites compactus*, *S. bujargiensis*, *S. congregatus*, *S. psilatus*, *Stereisporites* spp., *Annulisporea folliculosa*, *Lycopodiumsporites* sp., *Osmundacidites* sp., *Matonisporites* sp., *Triancoraesporites ancorae*, *Polycingulatisporites dejersey*, *Cingulizonates rhaeticus*, *Marattisporites scabratus*, *Cyathidites* sp., *Duplexisporites gyratus*, *Duplexisporites* sp., *Dictyophyllidites mortonii*, *Obtusisporis junctus*, *Pilasporites marcidus*.

В пыльцевой группе палинокомплекса преобладают *Ginkgocycadophytus* sp. — 12—22 % и двухмешковая пыльца голосеменных плохой сохранности *Coniferales* gen. indet. — 6—16 %. Остальные пыльцевые таксоны встречались в небольшом количестве (до 5 %): *Cycadopites* spp., *Eucommiidites troedsonii*, *Vitreisporites pallidus*, *Vitreisporites* sp., *Classopollis* sp., *Pinuspollenites* sp., *Podocarpidites* sp., *Alisporites* sp., *Quadraeculina limbata*, *Q. annelaeformis*, *Striatites* sp., *Taeniaesporites* sp.

Ранее в разрезах, изученных по рекам Песцовая и Юэт-тэх-Салаа о. Котельный, из нерасчлененных геттанг-синемюрских отложений был выявлен палинокомплекс, в котором доминантом также являлись *Dictyophyllidites*, но субдоминировали споры осмундовых и циатейных папоротников [Короткевич, Преображенская, 1982].

В установленном палинокомплексе, в обнажении КТ 5 на р. Тихая, присутствуют долгоживущие транзитные формы спор и пыльцы. Наряду с раннеюрскими видами, здесь присутствуют и поздне триасовые элементы. Отсутствие специфических зональных форм не позволяет выполнить детального палинологического расчленения этой части юры о. Котельный. С учетом этого обстоятельства и совместных находок с фораминиферами и двустворками стратиграфическое положение изученного палинокомплекса рассматривается как нижнеюрское (см. рис. 1, 3, 4).

В палиноспектрах муруннахской толщи (разрезы КБ 1 и КБ 2) определен единый палинокомплекс (см. рис. 1, 4, 6). Соотношение пыльцы голосемянных (22—54 %) и спор (30—40 %) примерно равно, но споры представлены более разнообразным таксономическим составом, количество микрофитопланктона колеблется от 12 до 47 %.

В группе спор выделенного палинокомплекса преобладают *Cyathidites* spp. (до 17 %), в меньшем количестве встречены

Osmundacidites spp. и *Lycopodiumsporites* spp. (до 9 %). Также присутствовали (до 5 %): *Marattisporites scabratus*, *Uvaesporites scythicus*, *Duplexisporites anagrammensis*, *Duplexisporites* sp., *Contignisporites problematicus*, *Klukisporites variegatus*, *Dictyophyllidites* spp., *Gleicheniidites* sp., *Obtusisporis junctus*, *Tripartina variabilis*, *Stereisporites compactus*, *S. psilatus*, *S. antiquasporites*, *Stereisporites* spp., *Leiotriletes* spp., *Pilasporites marcidus*.

В структуре комплексов преобладали *Ginkgocycadophytus* sp. (7—17 %) и двухмешковая пыльца голоосемянных плохой сохранности Coniferales gen. indet. (9—28 %). Редко встречались (до 2 %): *Podocarpidites* sp., *Pinuspollenites* sp., *Piceapollenites* sp., *Alisporites* sp., *Eucommiidites troedsonii*, *Cycadopites medius*, *C. dilucidus*, *Perinopollenites elatoides*, *Vitreisporites pallidus*.

Для палинокомплекса определяющим является постоянное участие небольшого количества спор и пыльцы из Евро-Синийской фитогеографической области при одновременном доминировании форм сибирской теплоумеренной палинофлоры. Данный палинокомплекс по общему составу соответствует зональному комплексу палинозоны JSPA7 — *Piceapollenites variabiliformis*, *Syathidites minor*, *Osmundacidites* spp., *Dipteridaceae*, *Marattisporites scabratus* [Ильина, 1985; Решение..., 2004; Никитенко и др., 2013]. Стратиграфическое положение палинозоны JSPA7 определено как верхняя часть нижнего тоара—верхний тоар.

Впервые спорово-пыльцевые комплексы из угленосных отложений о. Котельный изучались И.М. Покровской в 1947 г. [Короткевич, 1958]. В составе палиноморф преобладала пыльца древних хвойных с плохо и хорошо дифференцированными мешками. Возраст осадков И.М. Покровской определялся в интервале поздний триас—ранняя юра. Позднее Е.С. Корженевской, возможно, из этих же угольных пластов был исследован палинологический комплекс, на 95—97 % состоящий из пыльцы древних хвойных [Короткевич, 1958]. В составе спор отмечены *Osmundaceae* и *Leiotriletes*, не имеющие стратиграфического значения. Основываясь на наличии общих таксонов палиноморф и сходстве петрографического состава исследуемых углей с углями нижней угленосной толщи Оленекского района, Е.С. Корженевской предполагался юрско-раннемеловой возраст изученных отложений.

В.Д. Короткевич [1958] выявлены два существенно различных спорово-пыльцевых комплекса из угленосных отложений о. Котельный, обнажающихся в бассейне р. Балыктах, и угленосных, и эффузивных толщ на о. Беннетта. В первом комплексе, так же как и в комплексах, изученных И.М. Покровской и Е.С. Корженевской, доминирует древняя пыльца хвойных (92 %). В составе спор указаны таксоны широкого стратиграфического распространения: *Sphagnaceae*, *Dipteridaceae*, *Osmundaceae*, *Selaginellaceae*, *Leiotriletes*, *Trachytriletes*. На основании сопоставления изученного комплекса с составом спор и пыльцы огонер-юрской свиты на левом берегу Лены, ниже устья р. Булункан (апт-альбского возраста), автором предполагается аптский (возможно захватывая часть готерива) возраст угленосной толщи на о. Котельный.

В палинологическом комплексе, установленном, предположительно, в более высоких горизонтах на о. Беннетта, преобладают споры папоротникообразных (56 %), а среди них споры *Gleicheniaceae* (49 %) [Короткевич, 1958]. Автор сопоставляет изученный комплекс с составом палиноморф укинской свиты оленекской серии, имеющей альбский, возможно, сенманский возраст и содержащей значительное количество пыльцы покрытосемянных растений. Несмотря на отсутствие пыльцы покрытосемянных в угленосных и эффузивных образованиях о. Беннетта, В.Д. Короткевич относит их к верхам нижнего мела, скорее всего, к альбу.

В.В. Павловым прослежены изменения в составе палинологических комплексов в разрезе балыктахской свиты [Непомилуев и др., 1979]. В нижней части свиты (не охарактеризованной макрофлористическими остатками) установлен маловыразительный, смешанный комплекс, в котором наряду с раннемеловыми формами, встречено много триасовых и юрских видов, что объясняется авторами перерывом в осадконакоплении перед временем формирования пород балыктахской свиты и размывом нижележащих отложений. Однако таксономический состав палиноспектров этой части разреза в публикации не был приведен.

В вышележащем комплексе из содержащих ископаемую флору отложений отмечается приблизительно равное содержание спор и пыльцы голоосемянных с небольшим преобладанием последних. Пыльца примитивных хвойных составляет 5.5 %. Из стратиграфически значимых таксонов определены представители семейств *Schizaeaceae*, *Gleicheniaceae* (*Plicifera*), *Polypodiaceae*, *Taxodiaceae*. Изученный комплекс сопоставлялся с комплексами из огонер-юрской и укинской свит северной части Ленского бассейна и принимался как апт-альбский [Непомилуев и др., 1979].

Из верхней подсвиты балыктахской свиты выделен палинокомплекс с высоким содержанием спор *Dicksoniaceae*, *Gleicheniaceae* (*Plicifera*), *Polypodiaceae* (до 10 %), много пыльцы хвойных *Pinaceae*, *Podocarpidites*. Эту часть свиты В.В. Павлов по палинологическим данным уверенно датирует альбом [Непомилуев и др., 1979].

Палинокомплекс, выделенный Г.А. Александровой [Кузьмичев и др., 2009б] из нескольких образцов балыктахской свиты и тугуттахской толщи, по составу спор и пыльцы, и соотношению компонентов наиболее сходен с комплексами, установленными ранее [Короткевич, 1958] в континентальных угленосных отложениях о. Котельный. Ею в некоторых образцах, наряду с большим количеством древних таксонов спор и пыльцы юрско-неокомского облика, обнаружен комплекс диноцист позднеарского-раннеааленского возраста. В статье отмечается, что, принимая возраст нижнебалыктахской подсвиты и тугуттахской толщи как апт-альбский, установленный в них палинокомплекс существенно отличается от одновозрастных комплексов севера Сибири отсутствием характерных апт-альбских таксонов спор. От себя отметим также отсутствие среди изученных палиноморф балыктахской свиты о. Котельный пыльцы покрытосеменных (как отмечали другие исследователи [Короткевич, 1958; Непомилуев и др., 1979]), которые присутствуют в комплексах Средней Сибири [Решения..., 1981]. Авторы объясняют подобную ситуацию возможным переотложением из более древних осадков. Однако, как справедливо замечено в статье [Кузьмичев и др., 2009б, с. 91], «переотложенный материал мог существенно исказить соотношение таксонов в изученном палинокомплексе о. Котельный, но не мог, разумеется, привести к полному исчезновению руководящих таксонов, которые присутствуют в апт-альбских отложениях Нижнеленского района».

В бунгинской свите Н.М. Бондаренко [Труфанов и др., 1979, 1985] на востоке островов Котельный и Новая Сибирь были установлены два палинологических комплекса. В первом палинокомплексе в нижней части свиты доминирует мешковая пыльца хвойных, а субдоминантами являются гладкие споры *Leiotriletes*. Присутствуют таксоны *Rouseisporites*, *Stereisporites*, *Lycopodiumsporites*, *Osmundacidites*, *Foveosporites*, *Cicatricosisporites*, *Polypodiaceae*. В палинокомплексе отмечается значительное содержание переотложенной пыльцы из нижнемеловых толщ. Важной особенностью является присутствие пыльцы покрытосеменных. По мнению Н.М. Бондаренко, комплекс более всего характерен для сеномана. По составу спор и пыльцы описанный комплекс соответствует сеноманскому СПК VII /5/ Западной Сибири [Решения..., 1991] и комплексу слоев с *Ruminatisporites delicatus*, установленных в Усть-Енисейском районе на р. Нижняя Агапа (в морской части встреченный с *Inoceramus (Inoceramus) pictus*) [Ильина и др., 1994] (см. рис. 1, 4).

Второй палинологический комплекс также характеризуется преобладанием пыльцы хвойных, в нем отсутствует переотложенная раннемеловая пыльца. Субдоминантами являются споры *Polypodiaceae* и *Leiotriletes*. Увеличивается разнообразие пыльцы покрытосеменных. Количественные их соотношения не приведены. Стратиграфическое положение палинокомплекса определено как сеноман-туронское (см. рис. 1, 4).

В деревянногорской свите в обнажениях о. Новая Сибирь в двух образцах установлен палинокомплекс, отличающийся от комплексов бунгинской свиты полным исчезновением раннемеловой пыльцы хвойных, разнообразием *Stereisporites*, появлением в составе пыльцы покрытосеменных новых таксонов. Сопоставляя выделенный комплекс с верхнемеловыми спорово-пыльцевыми комплексами Хатангской впадины, Н.М. Бондаренко приходит к выводу о туронском возрасте вмещающих его пород [Труфанов и др., 1979] (см. рис. 1, 4).

Макрофлора. История изучения макрофлористических остатков из средней части нижней подсвиты балыктахской свиты в бассейне р. Балыктах рассмотрена А.Б. Германом [Кузьмичев и др., 2009б]. Им приведен ревизованный список таксонов, полученный предшествующими исследователями, дополненный собственными определениями. Изученные флоры из средней части нижней подсвиты балыктахской свиты однозначно трактуются как апт(?)–альбские (исключая конец альба) [Кузьмичев и др., 2009б].

Бунгинская свита слабо охарактеризована органическими остатками. В нижней части свиты обнаружены многочисленные отпечатки листьев и шишек хвойных растений, в составе которых указаны *Sciadopitys arctica*, *Schizolepis neosibiricus*, *Pseudolarix* sp. [Труфанов и др., 1979]. По мнению Л.Н. Абрамовой, эти таксоны близки к некоторым видам, известным из меловых отложений севера Сибири. Также в нижней части бунгинской свиты, вскрытой скв. 33 на п-ове Фаддевский определены растительные остатки, по мнению Л.Н. Абрамовой, раннемелового облика [Абрамова, 1985]. Позднее вид *Sciadopitys arctica* был сведен в синониму вида *Sciadopityoides crameri*, 1981, имеющего стратиграфическое распространение альб—сеноман, возможно, верхний мел [Nosova, Kiritchkova, 2015]. В верхней части свиты П.И. Дорофеевым определены: *Thuja cretacea*, *Tollia cunninghamioides*, *Protosequoia* sp., *Taiwania* sp., которые, по его мнению, характерны для верхнемеловых отложений, сходных с флорой м. Утес Деревянных Гор (деревянногорская свита) на о. Новая Сибирь [Труфанов и др., 1979].

В деревянногорской свите на о. Новая Сибирь Л.Н. Абрамовой и Н.Д. Василевской установлен комплекс макрофлористических остатков, характерных для турона [Свешникова, Буданцев, 1969, 1983; Труфанов и др., 1979, 1986]. И.Н. Свешниковой и Л.Ю. Буданцевым отмечается присутствие в изучаемой свите раннемеловых реликтов, таких как представители родов *Hausmannia*, *Cladophlebis*, *Sphe-*

nobaiera, *Podozamites*, *Pitiophyllum*, как правило, вымирающих к началу сенона, что придает флоре достаточно «древний» облик. Однако значительное число видов из родов *Cephalotaxopsis*, *Parataxodium*, *Platanus*, *Credneria*, *Pseudoprotophyllum*, *Cissites*, *Macclintockia* позволило авторам склониться в сторону туронского возраста новосибирской тафофлоры [Свешникова, Буданцев, 1969, 1983].

ОСОБЕННОСТИ ГЕОХИМИИ РАССЕЯНОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА

Сведения об органической геохимии юры и мела архипелага Новосибирские острова весьма ограничены. Известны лишь спорадические определения $C_{орг}$ в нижней (песчовая свита) и средней (зеебергская толща) юре, нерасчлененных юрских и меловых толщах о. Новая Сибирь, верхней юре и низах мела (крестовая и глубокая толщи), балыктахской и бунгинской свит (верхи мела) (см. рис. 1). В этих толщах содержания $C_{орг}$ варьируют в пределах 0.10—1.04 %, достигая 15.0—19.5 % в слоях, обогащенных углефицированными растительными остатками. Выход битумоидов в образцах составляет 0.01—0.67 % [Косько и др., 1985; Труфанов и др., 1986; Государственная..., 1999].

Впервые проведенный детальный комплексный геохимический анализ рассеянного органического вещества (РОВ) значительного количества образцов из нижней юры (песчовая свита, разрезы КТ 7 и КТ 5) (см. рис. 1, 3) позволил выявить определенные закономерности. Изученные выходы песчовой свиты представляют тонкое, частое, закономерное (флишоидное) чередование уплотненных темно-серых тонкоотмученных глин, с протяженными линзами и прослойками более светлых буроватых алевроитистых и песчаных разностей, в разной степени известковистых или сидеритизированных. Вверх по разрезу количества алевроитовых прослоев и их мощность увеличиваются [Никитенко и др., 2017].

Исследованная толща характеризуется невысокой примесью карбонатных компонентов (нерастворимого остатка больше 78 % на породу), распределение $C_{орг}$ по разрезу равномерное и его содержание в среднем составляет 1.35 % на породу, что выше кларковых значений для глин и аргиллитов [Васюкович, 1972; Справочник..., 1998]. Согласно информации по пиролизу, изученное РОВ характеризуется низкой концентрацией битумоидных компонентов, что согласуется с незначительным содержанием битумоидов (не более 0.002 % на породу), экстрагированных хлороформом. Нефтегазогенерационные свойства исследованных проб невысоки: концентрация углеводородов (УВ), высвобождающихся при крекинге керогена (пик S2), в среднем 0.49 мг УВ/г породы (0.27—0.71 мг УВ/г породы); водородный индекс $<< 100$ мг УВ/г $C_{орг}$. Температура максимального выхода углеводородов в пике S2 (T_{max}) соответствует самому началу зоны катагенетического преобразования РОВ (427—440 °C).

В битумоидах содержания смолисто-асфальтовых компонентов (> 60 %) выше по сравнению с углеводородными (< 40 %), а в составе последних метанонафтенных структур (> 20 %) больше, чем ароматических (< 15 %). Ряд *n*-алканов, идентифицированных в метанонафтенной фракции битумоидов, представлен углеводородами C_{16} — C_{35} с максимумом концентрации на C_{23} , C_{25} , C_{27} и существенным преобладанием нечетных *n*-алканов над четными (СРІ — от 1.70 до 2.70) (см. рис. 5, А). Помимо насыщенных *n*-алканов в исследованных пробах идентифицированы неразветвленные алкены C_{16} — C_{27} с двойной связью в начале цепи (рис. 8, А), что является свидетельством того, что исследованное РОВ не испытывало термокаталитического воздействия в зоне катагенеза. Среди идентифицированных *n*-алкенов максимум концентрации приходится на C_{17} , C_{19} и C_{21} , а нечетных *n*-алкенов существенно больше, чем четных. На масс-фрагментограммах по m/z 83 во всех битумоидах уверенно идентифицируется гомологический ряд *n*-алкилциклогексанов C_{16} — C_{29} (см. рис. 8, Б), для которых максимум концентрации приходится на C_{19} , C_{21} и C_{23} , а так же, как и для *n*-алканов и *n*-алкенов, наблюдается преобладание нечетных структур над четными (см. рис. 8). Близкие характеристики в концентрационном распределении идентифицированных *n*-алканов, *n*-алкенов и *n*-алкилциклогексанов, по-видимому, обусловлены их генетическим родством и связью с липидными компонентами высшей наземной растительности и макрофитовыми водорослями [Тиссо, Вельте; 1981; Петров, 1984; Окунова и др., 2009; Иванова, Каширцев, 2010; Peters et al., 2005]. Регулярные ациклические изопренаны представлены пристаном и фитаном, а отношение пристан/фитан < 1 (0.64—0.88), что свидетельствует о слабовосстановительных условиях преобразования РОВ в диагенезе.

Идентифицированные на масс-фрагментограммах по m/z 217 стераны в порядке уменьшения концентрации образуют ряд $C_{29} \gg C_{27} \gg C_{28}$ (см. рис. 8, В). Отношение стераны C_{29} /стераны C_{27} изменяется от 2.23 до 5.27, что типично для преимущественно террагенного РОВ [Тиссо, Вельте; 1981; Петров, 1984; Peters et al., 2005]. Отличительной характеристикой распределения стеранов являются значительно более высокие концентрации биостеранов (изомеры $\alpha\alpha R$ ряда) по сравнению с диа-($\beta\alpha$) и геостеранами ($\beta\beta R$, $\beta\beta S$, $\alpha\alpha S$), что обусловлено низкой зрелостью исследованного органического вещества [Тиссо, Вельте, 1981; Петров, 1984; Peters et al., 2005; и др.]. Низкие значения диастеранового индекса ($\beta\alpha/(\alpha\alpha + \beta\beta)$) — от 0.05 до 0.26) согласуются с низкими значениями отношения пристан/фитан и свидетельствуют о субвосстановительных условиях накопления ОВ.

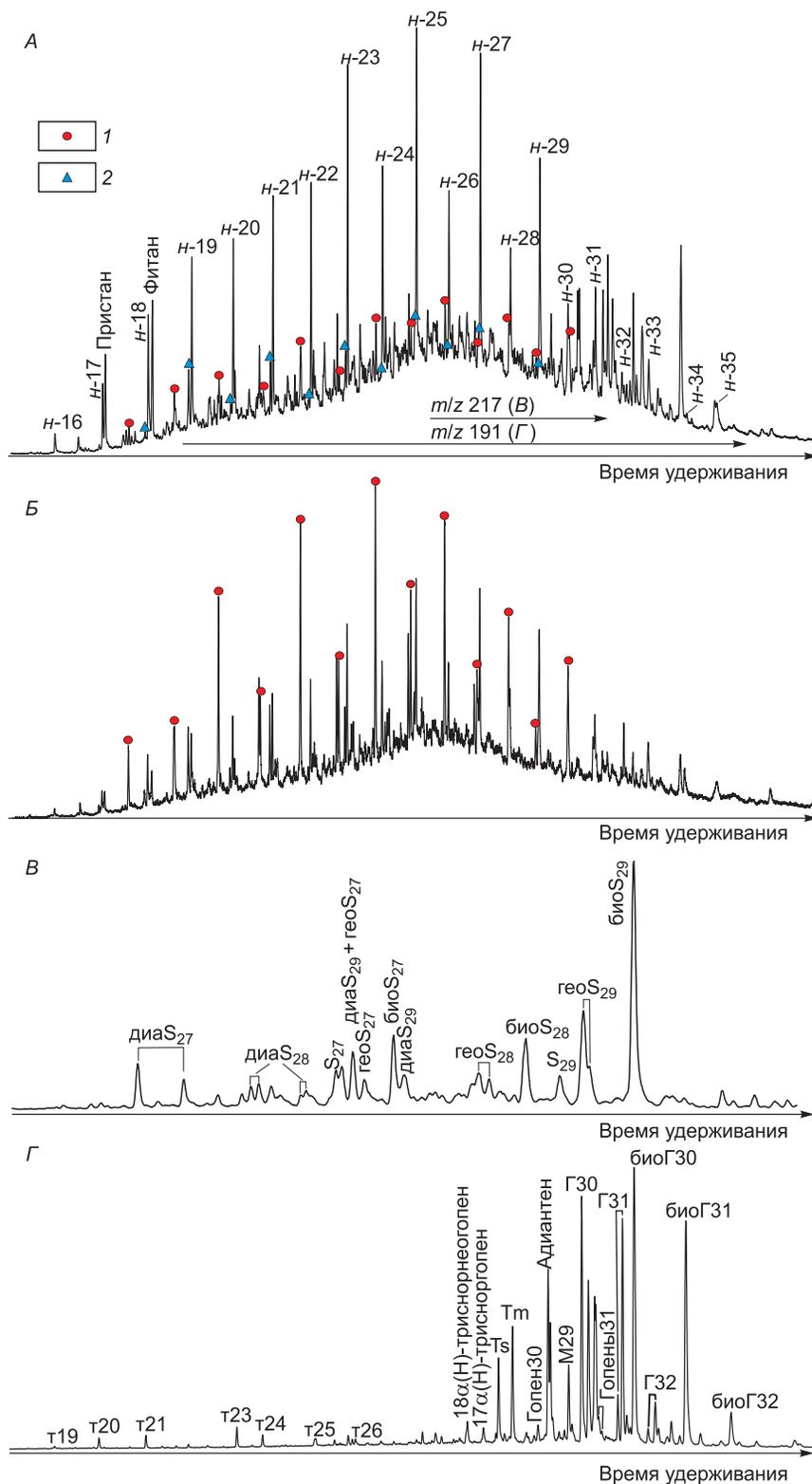


Рис. 8. Типовая хроматограмма по общему ионному току (*A*, ТИС), масс-фрагментограммы алкилциклогексанов (*B*, m/z 83), стеранов (*B*, m/z 217) и терпанов (*Г*, m/z 191) насыщенных фракций, исследованных битуменов.

A, *B*: *n*-16 и *n*-19—*n*-35 — *n*-алканы; 1 — *n*-алкилциклогексаны C_{17} — C_{29} ; 2 — неразветвленные 1-алкены C_{16} — C_{27} ; *B*: диа S_{27} —диа S_{29} — диастераны (10 α ,13 β ,17 α , 20R и 20S); био S_{27} —био S_{29} — природные (био)стераны (5 α ,14 α ,17 α , 20R); гео S_{27} —гео S_{29} — геостераны (5 α ,14 β ,17 β , 20R и 20S); S_{27} — S_{29} — промежуточные структуры (5 α ,14 α ,17 α , 20S); *Г*: т19—т26 — трицикланы (хейлантаны); Г30—Г32 — геогопаны (17 α 21 β); биоГ30—биоГ32 — биогопаны (17 β 21 β); М29 — моретан (17 β 21 α); Тм — 18 α (H)-триснорнеогопан; Ts — 18 α (H) 22,29,30-триснорнеогопан.

На масс-фрагментограммах по m/z 191 уверенно идентифицируются хейлантаны C_{19} — C_{26} и насыщенные гопаиноидные структуры (18 α (H)-триснорнеогопан (Ts); 17 α (H)-трисноргопан (Tm); гео($\alpha\beta$)гопаны C_{30} — C_{33} ; моретан($\beta\alpha$) C_{29} ; био($\beta\beta$)гопаны C_{30} — C_{32}), а также незамещенные гопаиноиды (18 α (H)-триснорнеогопан, 17 α (H)-трисноргопан, адантен, гоп-13(18)-ены C_{30} и C_{31} (см. рис. 8, Г) [Philp, 1985]. Высокие содержания непредельных гопаиноидов и биогопанов подтверждают низкую зрелость исследованного РОВ.

В изученных геохимических пробах из разных слоев геттанга—плинсбаха отмечается чередование образцов с низкими (0.51—0.53) значениями трицикланового индекса [Конторович и др., 1999] и образцов с высокими значениями (1.27—1.32). Это указывает на частое изменение преобладающих компонентов в составе РОВ: водорослевого ОБ или ОБ высшей наземной растительности.

Двух-, трехкратное преобладание идентифицированных гопаиноидов над стеранами и трицикланами в исследованных пробах свидетельствует о значительной микробиальной переработке РОВ в диагенезе и существенном вкладе прокариотов в его составе. Такие характеристики РОВ обычно обуславливаются их накоплением в мелководном морском бассейне с застойными условиями в придонном слое осадка [Тиссо, Вельте; 1981; Peters et al., 2005].

Исследованное РОВ характеризуется повышенными значениями $\delta^{13}C$ РОВ (от -24.7 до -26.0 ‰), что, вероятно, связано со значительным вкладом в его состав террагенного органического вещества, но также может быть обусловлено высокими концентрациями бактериогенных (преимущественно аминокислотных) компонентов, изотопный состав которых существенно выше по сравнению с водорослевыми и растительными липидами [Галимов, Ширинский, 1975; Конторович и др., 1986].

Анализ распределения и углеводородного состава РОВ песчовой свиты указывает на его смешанную природу (террагенное, водорослевое и бактериогенное ОБ). В глинисто-алевритистых осадках песчовой свиты периодически преобладало террагенное или водорослевое ОБ, впоследствии в диагенезе значительно переработанное. Это хорошо согласуется с седиментационной моделью формирования песчовой свиты: пульсационный «флишоидный» характер осадконакопления [Никитенко и др., 2017] и чередование разного типа ОБ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования позволили дать детальное палеонтологическое обоснование ранее предложенной стратиграфической схемы архипелага Новосибирские острова [Никитенко и др., 2017]. Анализ оригинальных микропалеонтологических данных позволил впервые проследить на изученной территории ряд зон бореального стандарта [Захаров и др., 1997; Никитенко и др., 2013] в разрезах юры и мела: по фораминиферам, остракодам, диноцистам и наземным палиноморфам. Совместно с анализом опубликованных сведений по аммонитам, двустворкам, наземным палиноморфам и в комплексе с результатами абсолютного датирования это дало возможность более точно определить стратиграфическое положение литостратонов [Никитенко и др., 2017] (см. рис. 2—7) и дать их развернутую палеонтологическую характеристику. В ряде случаев стратиграфическое положение комплексов установлено с определенной степенью условности. Приведен таксономический состав микрофаунистических и палинологических комплексов в современной трактовке их номенклатуры и стратиграфического положения.

Представлено биостратиграфическое обоснование геттанг-плинсбахского возраста песчовой свиты. На о. Котельный в районе развития, как считалось ранее, апт-альбской континентальной балыктахской свиты установлены тоарские мелководно-морские отложения [Никитенко и др., 2017] и, возможно, оксфорд-кимериджские [Sokolov, 1908]. Показано, что стратиграфический объем терригенного турбидитового комплекса (крестовая толща, Ляховский фациальный район) (см. рис. 1, 4, 5) существенно шире, чем это полагалось ранее [Кузьмичев и др., 2009а]. Приведено биостратиграфическое обоснование низов мела, вскрытого скважинами на Земле Бунге на о. Котельный.

В целом содержание органического углерода юрско-меловых отложений архипелага варьирует в пределах 0.10—1.04 ‰, достигая 15.0—19.5 ‰ в слоях, обогащенных растительными остатками. Выход битумоидов составляет 0.01—0.67 ‰. Особенности распределения и углеводородный состав низкозрелого рассеянного органического вещества песчовой свиты (нижняя юра) свидетельствуют о его смешанной природе. Частое закономерное изменение преобладающих компонентов (террагенное, водорослевое и бактериогенное ОБ) в составе РОВ хорошо согласуется с пульсационным осадконакоплением, отраженным в цикличном «флишоидном» характере строения слоев. Это не мешает оптимистически рассматривать перспективы нефтегазоносности юрско-меловых отложений акватории, особенно учитывая преимущественно низкую степень метаморфизма пород изученных разрезов.

Работа выполнялась при поддержке Российского научного фонда (проект № 14-37-00030).

ЛИТЕРАТУРА

Абрамова Л.Н. Меловые хвойные из бунгинской свиты острова Фаддеевского (Новосибирские острова) // Стратиграфия и палеонтология мезозойских осадочных бассейнов севера СССР. Л., ПГО «Севморгеология», 1985, с. 104—107.

Басов В.А., Василенко Л.В. Горизонт с теплолюбивыми фораминиферами в разрезах нижнего мела Баренцевской шельфовой плиты // Проблемы стратиграфии и палеонтологии мезозоя. Научные чтения, посвященные М.С. Месежникову. СПб., ВНИГРИ, 1999, с. 131—150.

Басов В.А., Преображенская Э.Н., Быстрова В.В. Стратиграфия и фораминиферы неокома в разрезе картировочной скважины №11 на Земле Бунге (Новосибирские острова) // Материалы по био-стратиграфии, фауне и флоре фанерозоя России, Атлантики и Антарктиды. 65-летию НИИГА — ВНИИ-Океангеология посвящается // Труды НИИГА—ВНИИОкеангеология. Т. 226. СПб., ФГУП «ВНИИОкеангеология им. И.С. Грамберга», 2013, с. 120—129.

Вассоевич Н.Б. Исходное вещество для нефти и газа // Происхождение нефти и газа и формирование их месторождений. М., Недра, 1972, с. 39—70

Виноградов В.А., Явшиц Г.П. Стратиграфия верхнеюрских и нижнемеловых отложений северной части острова Столбовой // Геология и полезные ископаемые Новосибирских островов и острова Врангеля. Л., НИИГА, 1975, с. 38—42.

Вольнов Д.А., Войцеховский В.Н., Иванов О.А., Сороков Д.С., Яшин Д.С. Новосибирские острова // Геология СССР. Т. 26. Острова Советской Арктики. М., Недра, 1970, с. 324—374.

Воронков А.В. Геологическое строение острова Столбового архипелага Новосибирские острова // Сборник статей по геологии Советской Арктики. Л., НИИГА, 1958, вып. 9, с. 37—43.

Галимов Э.М., Ширинский В.Г. Упорядоченное распределение изотопов углерода в индивидуальных соединениях и компонентах липидной фракции различных организмов // Геохимия, 1975, № 4, с. 432—445

Герке А.А. О составе фораминифер из триасовых отложений острова Котельного // Мезозойские отложения северо-востока СССР. Л., НИИГА, 1977, с. 50—56.

Горячева А.А. Биостратиграфия нижнеюрских отложений Восточной Сибири по данным палинологии // Стратиграфия. Геол. корреляция, 2017, т. 25, № 3, с. 1—32.

Государственная геологическая карта Российской Федерации. М-б 1:1 000 000 (новая серия). Лист S-53-55. Новосибирские острова. Объяснительная записка. СПб., ВСЕГЕИ, 1999, 208 с.

Дорофеев В.К., Благовещенский М.Г., Смирнов А.Н., Ушаков В.И. Новосибирские острова. Геологическое строение и минерагения. СПб., ВНИИОкеангеология, 1999, 130 с.

Захаров В.А. Бухиды и биостратиграфия бореальной верхней юры и неокома. М., Наука, 1981, 367 с.

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 стратотип и биостратиграфия мезозоя Сибири // Геология и геофизика, 1997, т. 38 (5), с. 927—956.

Иванов В.В., Клубов Б.А., Похилайнен В.П. Новые данные по геологии о. Столбовой (Новосибирский архипелаг) // Докл. АН СССР, 1974, т. 216, № 4, с. 879—880.

Иванова И.К., Каширцев В.А. Особенности распределения моноалкилбензолов состава $C_{12}H_{18}$ — $C_{27}H_{48}$ в венд-кембрийских нефтях Сибирской платформы // Геология и геофизика, 2010, т. 51 (11), с. 1539—1544.

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

Ильина В.И., Кулькова И.А., Лебедева Н.К. Микрофитофоссилии и детальная стратиграфия морского мезозоя и кайнозоя Сибири. Новосибирск, ОИГТМ СО РАН, 1994, 192 с.

Конторович А.Э., Верховская Н.А., Тимошина И.Д., Фомичев А.С. Изотопный состав углерода рассеянного органического вещества и битумоидов и некоторые спорные вопросы теории образования нефти // Геология и геофизика, 1986 (5), с. 3—13.

Конторович А.Э., Бахтуров С.Ф., Башарин А.К., Беляев С.Ю., Бурштейн Л.М., Конторович А.А., Кринин В.А., Ларичев А.И., Ли Году, Меленевский В.Н., Тимошина И.Д., Фрадкин Г.С., Хоменко А.В. Разновозрастные очаги нафтидообразования и нафтидонакопления на Северо-Азиатском кратоне // Геология и геофизика, 1999, т. 40 (11), с. 1676—1693.

Короткевич В.Д. О палинологических комплексах нижнемеловых угленосных отложений Новосибирских островов // Сборник статей по палеонтологии и биостратиграфии. Л., НИИГА, 1958, вып. 8, с. 66—72.

Короткевич В.Д., Преображенская Э.Н. Палинокомплексы из фаунистически охарактеризованных отложений триаса и нижней юры острова Котельный (Новосибирские острова) // Микрофоссилии полярных областей и их стратиграфическое значение. Л., ПГО «Севморгеология», 1982, с. 55—63.

Корчинская М.В. К биостратиграфии триасовых отложений острова Котельного (Новосибирские острова) // Мезозойские отложения северо-востока СССР. Л., НИИГА, 1977, с. 43—49.

Косько М.К., Бондаренко Н.С., Непомилуев В.Ф. Государственная геологическая карта СССР м-ба 1:200 000. Серия Новосибирские острова. Листы Т-54-XXXI, XXXII, XXXIII; S-53-IV, V, VI; S-53-XI, XII; S-54-I, II, III; S-54-VII, VIII, IX, XIII, XIV, XV. Объяснительная записка. М., Изд-во «Севморгеология», 1985, 162 с.

Кузьмичев А.Б., Соловьев А.В., Гоникберг В.Е., Шапиро М.Н., Замжицкий О.В. Синколлизонные мезозойские терригенные отложения о. Большой Ляховский (Новосибирские острова) // Стратиграфия. Геол. корреляция, 2006, т. 14, № 1, с. 33—53.

Кузьмичев А.Б., Захаров В.А., Данукалова М.К. Новые данные о стратиграфии и условиях формирования верхнеюрских и нижнемеловых отложений о. Столбовой (Новосибирские острова) // Стратиграфия. Геол. корреляция, 2009а, т. 17, № 4, с. 55—74.

Кузьмичев А.Б., Александрова Г.Н., Герман А.Б. Апт-альбские угленосные отложения на о. Котельный (Новосибирские острова): новые данные о строении разреза и игнимбритовом вулканизме // Стратиграфия. Геол. корреляция, 2009б, т. 17, № 5, с. 69—94.

Лобанов М.Ф. Геологическое строение Новосибирских островов // Геология Советской Арктики. Труды НИИГА, т. 81. М., Гос. науч.-тех. изд-во лит. по геологии и охране недр СССР, 1957, с. 484—503.

Меледина С.В. Аммониты из бореального верхнего бата острова Котельный // Геология и геофизика, 1999, т. 40 (10), с. 1397—1404.

Меледина С.В. О корреляции зон байоса и бата Сибири в свете новых палеонтологических данных // Стратиграфия. Геол. корреляция, 2014, т. 22, № 6, с. 45—56.

Непомилуев В.Ф., Преображенская Э.Н., Труфанов Г.В., Василевская Н.Д., Павлов В.В. Нижнемеловые отложения о. Котельного // Сов. геология, 1979, № 3, с. 104—109.

Никитенко Б.Л. Стратиграфия, палеобиогеография и биофауна 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., Девятов 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.

Окунова Т.В., Гируц М.В., Эрдниева О.Г., Кошелев В.Н., Гордадзе Г.Н. К вопросу образования углеводородов-биомаркеров нефти из возможных кислородсодержащих источников // Нефтехимия. 2009, т. 49, № 3, с. 225—235.

Павлов А.П. Юрские и нижнемеловые *Serphalopoda* Северной Сибири // Записки Императорской академии наук, 1914, т. XXI, № 4. Научные результаты Русской полярной экспедиции 1900—1903, под начальством барона Э.В. Толля. Отдел С: Геология и палеонтология. Вып. 4, с. 1—68.

Петров А.А. Углеводороды нефти. М., Наука, 1984, 263 с.

Петров О.В., Морозов А.Ф., Чепкасова Т.В., Шевченко С.С. Геохронологический атлас-справочник основных структурно-вещественных комплексов России. СПб., ВСЕГЕИ, 2015, <http://www.vsegei.ru/ru/info/geochron-atlas/>

Преображенская Э.Н., Труфанов Г.В., Вольнов Д.А., Косько М.К., Бондаренко Н.С. Мезозойские отложения острова Котельного // Геология и полезные ископаемые Новосибирских островов и острова Врангеля. Л., НИИГА, 1975, с. 28—37.

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

Решение V Межведомственного регионального стратиграфического совещания по мезозойским отложениям Западно-Сибирской равнины (Тюмень, 1990 г.) Тюмень, 1991, 54 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.

- Самусин А.И.** Государственная геологическая карта СССР. М-б 1:200 000. Серия Новосибирские острова. S-53-XVI, XVII, XXII, XXIII (о. Столбовой). Л., ВСЕГЕИ, 1982.
- Самусин А.И., Белоусов К.Н.** Государственная геологическая карта СССР м-ба 1:200 000. Серия Новосибирские острова. Листы S-53-XVI, XVII, XXII, XXIII; S-54-XIV, XV, XVI, XX, XXI, XXII, XXIII, XXIV, XXVII, XXVIII, XXIX, XXX. Объяснительная записка. М., Изд-во «Севморгеология», 1985, 130 с.
- Свешникова И.Н., Буданцев А.Ю.** Ископаемые флоры Арктики. Л., Наука, 1969, 130 с.
- Свешникова И.Н., Буданцев А.Ю.** История арктической флоры эпохи раннего кайнофита. Л., Наука, 1983, 156 с.
- Справочник** по геохимии нефти и газа. СПб., Недра, 1998, 576 с.
- Стратиграфия СССР** / Ред. М.М. Москвин. Меловая система. В 2-х полутомах. Полутом 2. М., Недра, 1987, 326 с.
- Тиссо Б., Вельте Д.** Образование и распространение нефти. М., Мир, 1981, 499 с.
- Толль Э.** Очерк геологии Ново-Сибирских островов и важнейшие задачи исследования полярных стран // Записки Императорской академии наук, 1899, т. IX, № 1, с. 1—20.
- Труфанов Г.В., Бондаренко Н.М., Абрамова Л.Н.** Верхнемеловые отложения островов Анжу Новосибирского архипелага // Верхний палеозой и мезозой островов и побережья арктических морей СССР. Л., Изд-во НИИГА, 1979, с. 121—125.
- Труфанов Г.В., Белоусов К.Н., Непомилуев В.Ф.** Государственная геологическая карта СССР м-ба 1:200 000. Серия Новосибирские острова. Листы T-54-XXXIV, XXXV, XXXVI; T-56-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. М., Изд-во «Севморгеология», 1986, 106 с.
- Шурыгин Б.Н., Никитенко Б.Л., Девятков В.П., Ильина В.И., Меледина С.В., Гайдебурова Е.А., Дзюба О.С., Казаков А.М., Могучева Н.К.** Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Юрская система. Новосибирск, Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2000, 480 с.
- Callomon J.H.** The Middle Jurassic of western and northern Europe: its subdivisions, geochronology and correlations / Eds. J.R. Ineson, F. Surlyk: The Jurassic of Denmark and Greenland. Geological Survey of Denmark and Greenland // Bulletin 1, 2003, p. 61—73.
- Callomon J.H., Alsen P., Surlyk F.** The ammonites of the Middle Jurassic *Cranoccephalites* beds of East Greenland. Geol. Surv. Den. Green. Bulletin 34, 2015, 145 p.
- Nathorst A.G.** Trias- und Jurapflanzen von der Insel Kotelný // Записки императорской академии наук, 1907, т. XXI, № 2. Научные результаты Русской полярной экспедиции 1900—1903, под начальством барона Э.В. Толля. Отдел С: Геология и палеонтология. Вып. 2, с. 1—13.
- Nikitenko B.L., Mickey M.B.** Foraminifera and ostracodes across the Pliensbachian-Toarcian boundary in the Arctic Realm // Geol. Soc. London, Spec. Publ., 2004, v. 230, p. 137—173.
- Nosova N., Kiritchkova A.** New data on the Mesozoic conifer genus *Sciadopityoides* Svешnikova (Miroviaceae) // Rev. Palaeobot. Palynol., 2015, v. 221, p. 1—21.
- Ogg J.G., Ogg G.M., Gradstein F.M.** A concise Geologic Time Scale 2016. Elsevier, 2016, 234 p.
- Peters K.E., Walters C.C., Moldovan J.M.** The biomarker guide. New York, Cambridge University Press, 2005, 1155 p.
- Philp R.P.** Fossil fuel biomarkers. Applications and spectra. Elsevier Science publisher B.V., 1985, 294 p.
- Riding J.B., Fedorova V.A., Plyina V.I.** Jurassic and lowermost Cretaceous dinoflagellate cyst biostratigraphy of the Russian Platform and northern Siberia, Russia // Am. Assoc. Stratigr. Palynol. Contrib. Ser., 1999, № 36, p. 1—179.
- Sokolov D.N.** Ueber Aucellen aus dem Norden und Osten Sibiriens // Записки императорской академии наук, 1908, т. XXI, № 3. Научные результаты Русской полярной экспедиции 1900—1903, под начальством барона Э.В. Толля. Отдел С: Геология и палеонтология. Вып. 3, с. 1—18.