

УДК 551.762(571.1/.5)+563.12+565.33

ПАЛЕОБИОГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ МОРЕЙ СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ В КОНЦЕ ОКСФОРДА И КИМЕРИДЖЕ ПО ФОРАМИНИФЕРАМ

Б. Л. Никитенко^{1,2}, К. П. А.-М. Кольпэр¹¹Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН; ²Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия

Проведено биогеографическое районирование морей северного полушария конца оксфорда и киммериджа Северного полушария. Это позволило обособить ряд биогеографических единиц в ранге областей и провинций по фораминиферам. Экотонные районы между областями на разных этапах меняли положение и могли входить то в Арктическую область, то в Бореально-Атлантическую биогеографическую область. Установлены пути миграций фораминифер между разными бассейнами в Северном полушарии. Широкому развитию ряда общих видов и родов в ассоциациях фораминифер разных биогеографических единиц способствовали общепалеоарктическая трансгрессия и повышение температуры, что привело к установлению хороших биогеографических связей между субсредиземноморскими, суббореальными, бореальными и арктическими регионами. Эти таксоны фораминифер являются маркерами для изохронных межрегиональных корреляций разных климатических зон.

Ключевые слова: палеобиогеография, поздняя юра, северное полушарие, арктические бассейны, фораминиферы.

PALEOBIOGEOGRAPHIC ZONING OF THE NORTHERN HEMISPHERE SEAS AT THE END OF THE OXFORDIAN AND KIMMERIDGIAN BY FORAMINIFERA

B. L. Nikitenko^{1,2}, C. P. A.-M. Colpaert¹¹A. A. Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS; ²Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia

Biogeographic zoning of the Northern Hemisphere seas at the end of the Oxfordian and the Kimmeridgian of the Northern Hemisphere was carried out. This process enabled researchers to isolate a number of biogeographic units in the rank of regions and provinces by foraminifera. Ecotone districts between regions changed their location at different stages and could enter either the Arctic Region or the Boreal–Atlantic Biogeographic Region. Migration routes of foraminifera between various basins in the Northern Hemisphere were established. The widespread development of a number of common species and genera in associations of foraminifera of different biogeographic units was facilitated by the general Boreal transgression and temperature rise, which led to the establishment of good biogeographic links between the sub-Mediterranean, sub-Boreal, Boreal and Arctic Regions. These taxa of foraminifera are markers for isochronous interregional correlations of different climatic zones.

Keywords: paleobiogeography, Late Jurassic, Northern Hemisphere, Arctic Basins, foraminifera.

DOI 10.20403/2078-0575-2022-11с-36-42

Несмотря на то что фораминиферы наиболее широко распространены среди фосилей верхней юры и их остатки встречаются в широком спектре фаций (от неполносоленых до типично морских и океанических), эта группа достаточно редко используется при палеобиогеографическом анализе. Ранее по фораминиферам обычно выделялись биогеографические группировки очень крупного ранга, характеризующие всю юру [1, 2 и др.]. В то же время биогеографический и биофациальный анализ позволяет установить связи и пути сообщения между удаленными бассейнами, степень их фаунистического сходства или различия, реконструировать направления палеотечений, оконтурить палеогеографические объекты, оценить степень палеоокеанографических изменений, реконструировать палеообстановку в конкретных бассейнах. Комплексный анализ биотических и абиотических событий, хорошая биостратиграфическая основа (возможность оценить изохронность или анизохронность событий)

создает предпосылки для построения надежных палеобиогеографических схем.

В составе арктических микробиот преобладали панбореальные (космополитные) таксоны, но периодически в них проникали и таксоны-мигранты из южных акваторий. В свою очередь, некоторые типично арктические формы встречались и в бореальных бассейнах. Мелководные моря на западе и востоке могли служить путями миграций фауны, но вряд ли их влияние было достаточным для постоянного поддержания стабильных условий среды в крупных арктических эпиконтинентальных бассейнах в течение длительного времени. Для этого был необходим большой объем воды с устойчивыми во времени факторами, которые мог обеспечить лишь океан [3].

Арктический бассейн существовал как гигантский залив Тихого океана без крупных изменений с девона до конца юры (см. рисунок, а). Такое заключение основано на палинспастических реконструкциях ряда исследователей [17, 19 и др.].



В триасе и юре этот залив, проходивший вдоль северо-восточных окраин Палеоазии и северо-запада Палеоамерики, получил название Южно-Аньюского океана [8 и др.]. Редкая встречаемость в арктической биоте эндемиков высокого ранга указывает на отсутствие сколько-нибудь длительной изоляции Арктического бассейна от мирового океана [5].

Процесс редуцирования в протяженности и последующего закрытия Южно-Аньюского океана значительно ускорился в поздней юре в связи с начавшимся в средней юре континентальным рифтингом на месте Канадской котловины [15]. В эпиконтинентальных морях на западе Арктики в это время усилилась связь с морями на севере Атлантики.

Палеобиогеография

Основными причинами, влиявшими на своеобразие арктической микробиоты в поздней юре, были климатическая зональность, особенности распределения и конфигурации крупных массивов суши и морей, физические характеристики бассейнов (соленость, глубина, температура, насыщенность кислородом и др.) [7].

В конце оксфорда и кимеридже в северном полушарии обособился пояс с прохладным климатом, включающий арктические моря, северо-восточную часть океана Панталасса и северную часть Палеоазии. В умеренно-теплый климатический пояс входили европейские моря, пролив Викингов, Русское море, южная часть Западно-Сибирского моря, прибрежные бассейны океана Панталасса и крупные массивы суши Палеоамерики и Палеоазии. Аридный пояс состоял из относительно узкой полосы, включающей южноевропейские, североафриканские и азиатские бассейны и южные части Палеоамерики и Палеоазии. Тропический пояс близ 30-й параллели отвечал северному обрамлению океана Тетис (см. рисунок, а). Выделение этих климатических поясов обосновывается палеотемпературным анализом, минеральными индикаторами и анализом наземной и морской биоты [18].

В течение поздней юры продолжалось расширение бассейнов морской седиментации в западном секторе Арктики и постепенное сокращение их в восточном секторе. Начиная с конца оксфорда, но главным образом в кимеридже и волжское время на большей части территории Арктических бассейнов формировались высокоуглеродистые осадки. На отдельных стратиграфических уровнях эти толщи прослеживаются в разрезах на Русской платформе и на северо-западе Западной Европы. В восточной части Арктики в поздней юре формировались глинистые, алевроитистые и реже песчаные толщи.

В конце позднего оксфорда – начале раннего кимериджа здесь зафиксирована обширная трансгрессия [6, 7, 9 и др.], на фоне которой продолжался начавшийся в келловее постепенный рост палеотемператур, климат становился более гумидным [16, 17]. В морях Арктики происходила таксономическая

и структурная перестройка сообществ микрофауны, изменились доминирующие таксоны. Ассоциации обогатились видами-мигрантами из бореальных, суббореальных и субсредиземноморских морей [5, 6, 23, 24]. Подобные перестройки микрофауны для бассейна на этом стратиграфическом уровне отмечаются и в Русском море.

Широкое развитие морской трансгрессии, носившей общебореальный характер, и относительно высокие температуры способствовали открытию хороших океанических связей между субсредиземноморскими, суббореальными, бореальными и арктическими регионами, что привело к возможности значительных миграций микрофоссилий.

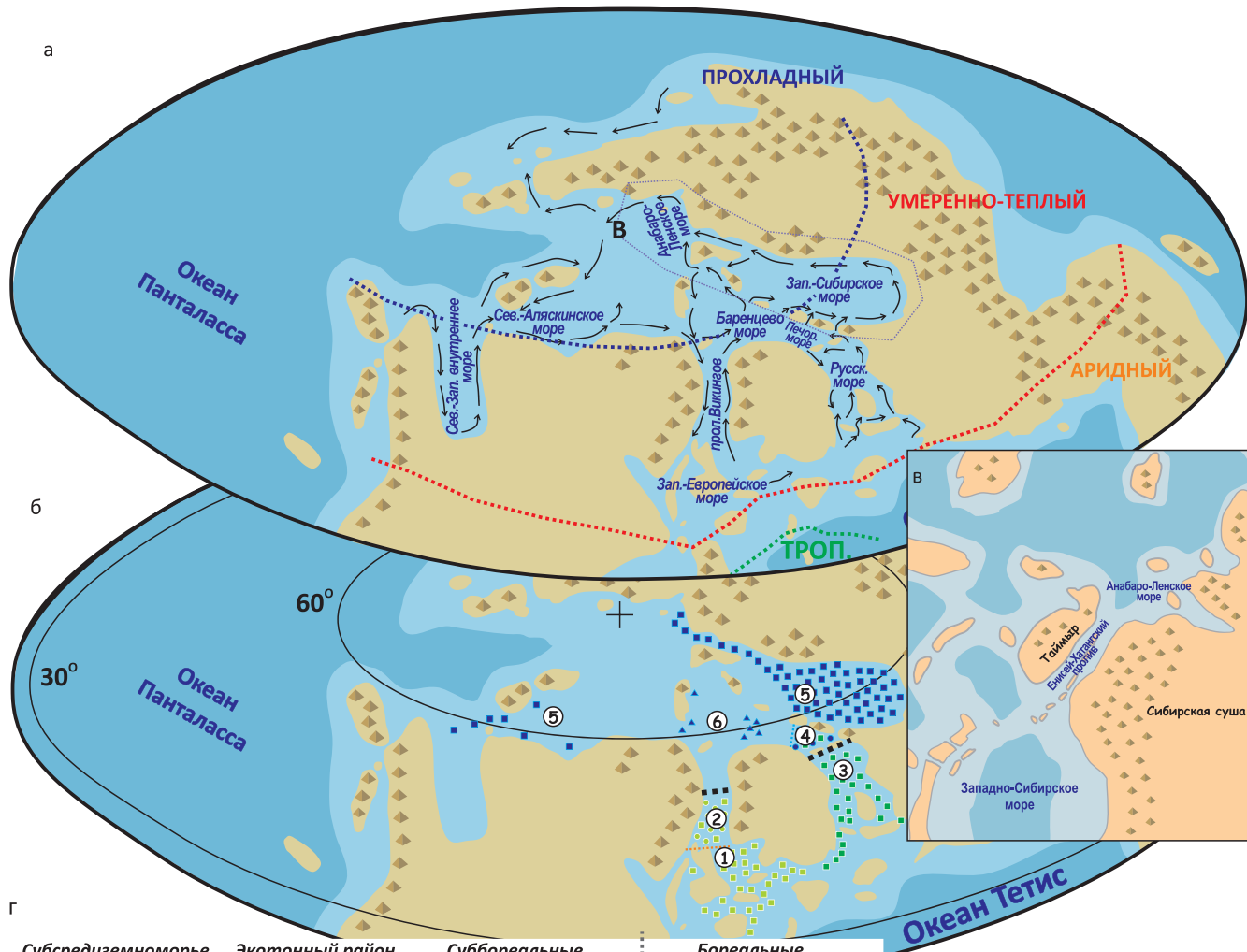
Проведенное ранее биогеографическое районирование юры бореальных бассейнов по фораминиферам [6] основано на применении статистических (кластеризационных) методов анализа как опубликованных, так и авторских микропалеонтологических данных. Поскольку понимание объемов видов, их номенклатура у разных авторов может существенно различаться, то при анализе данных в качестве операционной таксономической единицы использовался род. Родовые единицы большинством исследователей понимаются однозначно. Кластеризация проводилась по групповому среднему и базировалась на коэффициенте Жаккарта. Эти исследования показали, что фораминиферовые ассоциации севера Бореально-Атлантической и Арктической областей демонстрируют самый высокий уровень общего сходства для юры в конце раннего и позднем кимеридже (см. рисунок, б).

Конец оксфорда – начало кимериджа

Бореально-Атлантическая область. В Русском море и на севере Восточно-Европейского в конце оксфорда и кимеридже преобладали представители *Ceratobuliminidae* (*Epistomina*, *Mironovella*), *Vaginulinidae* (*Lenticulina*, *Planularia*, *Astacolus*, *Marginulina*, *Marginulinita*, *Citharina*, *Saracenaria*, *Citharinella*), *Nodosariidae* (*Nodosaria*, *Tristix*, *Grigelis*, *Dentalina*), *Nubecullaria* и др., формируя Восточно-Европейскую провинцию (см. рисунок, б). Следует отметить многочисленные находки планктонных фораминифер *Globuligerina*, содержание которых резко сокращается в начале кимериджа [3, 13, 14, 23, 24].

Ближние ассоциации, к которым добавляются *Trochammina*, *Haplophragmoides*, *Ammobaculites*, *Paalzovella*, *Textularia*, *Lingulina*, *Haplophragmium*, *Spirillina*, установлены в южной части Западно-Европейского моря (Северо-Западноевропейская провинция) (см. рисунок, б).

На севере Западно-Европейского моря и в южной части пролива Викингов отмечаются находки многочисленных представителей *Haplophragmoides*, *Reophax*, *Trochammina*, *Recurvoides*, *Gaudryina*, *Spiroplectarrimina*, *Verneuilinoides*, в меньшем количестве характерны известковистые формы (*Lenticulina*,



Субсредиземноморье
Португалия
[21, 22]

Кимеридж	Ярус	П/ярус	1
	Верхний		
Нижний	Аммонитовые зоны [Ogg et al., 2016]		
	Hyboniticeras beckeri		
	Aulacostephanus eodocus		
	Aspidoceras acanthicum		
	Crassoliceras divisum		
	Ataxioceras hypselocyclum		
	Sutneria platynota		
	Idoceras planula		
	Epipeltoceras bimammatum		

Экотонный район
Польша
[4]

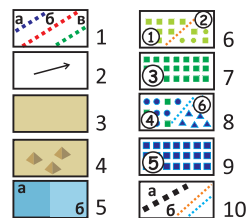
Аммонитовые зоны [Zeiss, 2003]		F-зоны			
autissiodorensis		Pseudolamarkina pseudorjasanensis, Epistomina stellcostata			
eudoxus					
acanthicum	mutabilis				
divisum					
hypselo- cyclum					
platynota	cynodoce				
planula					
bimammatum					

Суббореальные
Англия и Франция
[4, 24]

Аммонитовые зоны [Ogg et al., 2016]	F-зоны
	<i>autissiodorensis</i>
	<i>Aulacostephanus eudoxus</i>
	<i>Aulacostephanus mutabilis</i>
	<i>Pseudolamarckina pseudorjasanensis</i>
	<i>Rasenia cymodoce</i>
	<i>Pictonia baylei</i>
	<i>Astacolus majior</i> , <i>Epistomina praetatanensis</i>

Бореальные
Европейская часть России
[11, 14]

АММОНИТОВЫЕ ЗОНЫ	F-зоны	4
	E. stell	
	E. stell	
	E. stell	
	E. stell	
	E. stell	
	E. stell	
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E. stell		
E		



Экотонный район
басс. р. Печора
[11]

Аммонитовые зоны	F-зоны
autissiodorensis	Pseudamarkina pseudo/jasensis
eudoxus	
Aulacostephanus (Aulacostephan- oides) sp.	
Rasenia evoluta	
Amoeboceras kitchini	Epistominia praetarinensis, Lenticulina kumstovae Sipiroletcammina ex gr. tobolsensis, Epistomina uhligi

Арктика
Сибирь
[10]

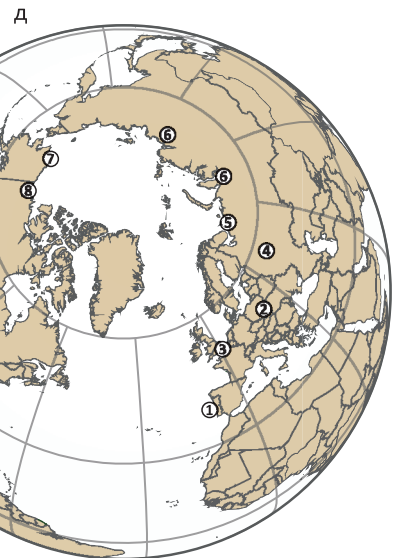
Pseudomammarina pseudomammarinensis	Аммонитовые зоны			F-зоны	
	taimyrensis			JF41	
	elegans	eudoxus		Pseudomammarina pseudomammarinensis	
	kochi				
	mutabilis				
	kitchini	borealis			
	involuta				
			Haplophragmoides		
		H. canuformis, A. praesibiricus			
		JF39			
		Trochammina			
		Veruculites graciosus			
		E38			

Северная Аляска
[8]

Pseudolamarkina pseudoparasjanensis	Pseudolamarkina pseudoparasjanensis	7	Foraminif (F-зоны)	IF41	Pseudolamarkina pseudoparasjanensis	Foraminif (F-зоны)
			Foraminif (F-зоны)	IF41	Pseudolamarkina pseudoparasjanensis	Foraminif (F-зоны)

Канадская Арктика
[8]

38	Восточный	41	8
<i>Pseudolamarchina pseudolamarchensis</i>			
Нижний		Верхний	П/ярус
Кимеридж		Кимеридж	Ярус



Палеогеография (а) [13, 16 с уточнениями и изменениями] и палеобиогеография по фораминиферам (б) северного полушария в конце оксфорда и кимеридже; палеогеография сибирских акваторий (в); биостратиграфическое расчленение кимериджа (г) разных регионов Северного полушария (д)

1 – границы между климатическими поясами: а – прохладным и умеренно-теплым, б – умеренно-теплым и аридным, в – аридным и тропическим; 2 – направление палеотечений; 3 – палеосуша; 4 – горы; 5 – море: а – глубокое, б – мелкое; 6–9 – биогеографические подразделения по фораминиферам: 6–7 – Бореально-Атлантическая область, провинции (б): 6 – Северо-Западноевропейская (1) и Шотландско-Гренландская (эктонная зона) (2); 7 – Восточно-Европейская (3); 8–9 – Арктическая область, провинции: 8 – Печорская (эктонная зона) (4) и Баренцевская (б); 9 – Сибирско-Североаляскинская (5); 10 – границы: а – между Бореально-Атлантической и Арктической областями, б – экотон

Epistomina, *Planularia*, *Citharina*, *Marginulina*, *Nodosaria*, *Pseudonodosaria*, *Conorboides*, *Planularia*, *Cyclogyra*); в конце оксфорда также отмечаются находки планктонных фораминифер *Globuligerina*. Ассоциации этой части Западно-Европейского бассейна близки к таковым Арктической области, но в то же время содержат и значительное количество форм Бореально-Атлантической области, формируя эктонную зону – Шотландско-Гренландскую провинцию (см. рисунок, б).

Арктическая область. В Печорском море в конце оксфорда – раннем кимеридже ассоциации фораминифер содержат как сибирские, так и восточноевропейские элементы (*Astacolus*, *Lenticulina*, *Planularia*, *Geinitzinita*, *Recurvoides*, *Pseudonodosaria*, *Epistomina*, *Vaginulina*, *Marginulinella*, *Spiroplectammina*, *Kutsevelia* и др.). Под воздействием общебореальной кимериджской трансгрессии открылись проливы через Уральскую сушу и появились возможности взаимных миграций микробентоса. Таким образом, район Печорского моря является эктонным и выделяется в отдельную Печорскую провинцию в составе Арктической области (см. рисунок, б).

Баренцевоморские ассоциации (Баренцевская провинция) фораминифер существенно обеднены по сравнению с сибирскими и представлены главным образом *Trochammina*, *Verneuilinoides*, *Ammodiscus*, *Haplophragmoides*, *Ammobaculites*, *Recurvoides*, *Bulbobaculites*, *Spiroplectammina*, *Conorboides*, *Evolutinella*, *Cancrisiella* и др. (см. рисунок, б).

Фораминиферы морей Сибири, северной Аляски и Арктической Канады характеризуются высоким разнообразием, очень близким таксономическим составом, в котором преобладали *Trochammina*, *Verneuilinoides*, *Haplophragmoides*, *Lenticulina*, *Recurvoides*, были многочисленны *Citharina*, *Citharinella*, *Marginulinopsis*, *Saracenaria*, *Eomarsonella*, *Bulbobaculites*, *Tristix*, *Textularia*, *Spiroplectammina*, *Kutsevelia*, *Gaudryina*, *Conorboides*, *Cancrisiella* и др., и, соответственно, эти районы обособляются в единую Сибирско-Североаляскинскую провинцию (см. рисунок, б).

Фораминиферовые ассоциации севера Бореально-Атлантической и Арктической областей конца оксфорда и первой половины кимериджа имеют значительный уровень сходства [6].

Конец раннего – поздний кимеридж

Трансгрессия, начавшаяся в самом конце оксфорда, продолжается в течение всего кимериджа.

Степень родового сходства в конце раннего – позднем кимеридже между фораминиферами севера Бореально-Атлантической и Арктической областей максимальна для юры и составляет 37 % [6].

Бореально-Атлантическая область. В Русском море и на севере Восточно-Европейского (Восточно-Европейская провинция) (см. рисунок, б) доминировали *Pseudolamarckina*, *Epistomina*, *Lenticulina*, *Marginulina*, характерны *Spirillina*, *Astacolus*, *Nubecularia*, *Kutsevelia*, *Pseudonodosaria*, *Dentalina*, *Haplophragmoides*, *Citharina*, *Citharinella*, *Geinitzinita*, *Saracenaria*, *Planularia*, *Globulina* и мн. др. Подобные ассоциации близки к таковым Западно-Европейских морей [24].

На севере Западно-Европейского моря и южной части пролива Викингов по-прежнему преобладают агглютинирующие формы *Haplophragmoides*, *Verneuilinoides*, *Gaudryina*, *Trochammina*, *Recurvoides*, характерные для Арктической области. В ряде частей бассейна известковистые формы практически отсутствуют. В других же значительно снижено таксономическое разнообразие в ассоциациях и наряду с агглютинирующими фораминиферами встречаются и теплолюбивые известковистые формы: *Spirillina*, *Conicospirillina*, *Lenticulina*. Это позволяет обособить здесь эктонную Шотландско-Гренландскую провинцию (см. рисунок, б).

Арктическая область. Печорское море (Печорская провинция) по-прежнему является эктонной зоной. Здесь отмечаются фораминиферы, обитавшие как в Русском море, так и в Арктических бассейнах. Миграции между фораминиферами Печорского и Западно-Сибирского бассейнов осуществлялись через проливы между островами Уральского архипелага, что подтверждается очень близким составом приуральских и печорских ассоциаций (см. рисунок, б).

Ассоциации фораминифер Баренцевского бассейна таксономически существенно обеднены. Эти особенности позволяют обособить Баренцевскую провинцию.

В арктических морях впервые периодически начинают доминировать представители родов *Pseudolamarckina*, *Citharinella*, *Tristix* и др., характерных для Бореально-Атлантических бассейнов. Продолжается рост таксономического разнообразия фораминифер, наибольшего для юры. Ассоциации микробентоса Сибири, северной Аляски и Арктической Канады по-прежнему очень близки между собой (Сибирско-Североаляскинская провинция)

(см. рисунок, б). Здесь наиболее характерны представители *Pseudolamarckina*, *Lenticulina*, *Astacolus*, *Trochammina*, *Glomospirella*, *Haplophragmoides*, *Recurvoides*, *Planularia*, *Marginulina*, *Epistomina*, *Marginulinopsis*, *Ceratolamarckina*, *Grigelis*, *Pseudonodosaria*, *Citharinella*, *Saracenaria*, *Tristix*, *Marginulinita*, *Evolutinella* и мн. др.

Кимериджские представители фораминифер рода *Pseudolamarckina* были широко распространены по всему Северному полушарию, от Португалии до Сибири, арктической Аляски и Канады [13] (см. рисунок, г, д) и часто являются ядрами в ассоциациях фораминифер. Ареал распространения ассоциаций псевдоламаркин в кимеридже ограничивался на юге границей между аридным и умеренно-теплым климатическими поясами, а на севере – южной половиной прохладного климатического пояса. Фораминиферовые ассоциации с преобладанием *Pseudolamarckina* наиболее характерны для бореальных морей (Русское море), тогда как к северу, в арктических и субарктических бассейнах, они распределены более неравномерно. Для этих бассейнов типичны вариации количественного и таксономического состава ассоциаций. Часто отмечается чередование ассоциаций, обогащенных аллютинирующими формами, и ассоциациями с доминированием известковистых фораминифер. Представители *Pseudolamarckina* реже отмечаются в известковых отложениях суббореальной и субсредиземноморской областей. Наибольшее количество представителей рода *Pseudolamarckina* выявлено в Русском море и постепенно уменьшается в северном и южном направлении.

Сообщества микробентоса в юрских морях на севере Сибири

Распределение фораминифер и остракод в юрских арктических морях в конце оксфорда и начале кимериджа было неравномерным и определялось их дифференциацией по биономическим зонам. Морской микробентос (фораминиферы и остракоды) – хороший индикатор среды обитания. По материалам изучения современных и ископаемых фораминифер и остракод установлено, что их расселение контролируется глубиной, соленостью, типом субстрата, газовым режимом, гидродинамикой и температурой. Комплексный анализ биотических и абиотических данных позволяет обособить в юрских сибирских морях до трех крупных седиментационно-биономических зон, приблизительно соответствующих нижней, средней и верхней сублиторали [7].

В конце позднего оксфорда – начале раннего кимериджа в арктические бассейны проникает значительное количество таксонов-мигрантов, главным образом из южных морей, которые на фоне этих факторов внедряются в арктические сообщества микробентоса, периодически становятся доминирующими и дают здесь потомство.

В Анабаро-Ленском море (см. рисунок, в) на начальном этапе трансгрессии в зонах мелководья, удаленных от берега, и умеренно глубоководных зонах, приближенных к берегу, нет явно выраженных доминантов. Наиболее характерны *Lenticulina*, *Pseudonodosaria*, *Astacolus*, *Haplophragmoides*, *Recurvoides*, *Trochammina*, *Nodosaria* и др. В умеренно глубоководных районах, удаленных от берега, в сообществах начинают резко преобладать представители *Lenticulina*, *Conorboides*, периодически многочисленны *Trochammina*, *Saracenaria*, *Astacolus* и др. Возможно, в обстановках верхней части нижней сублиторали существовали обедненные ассоциации фораминифер с *Grigelis*, *Marginulina*. В позднем кимеридже происходит смена доминантов в сообществах умеренно глубоководной, удаленной от берега зоны и, возможно, в относительно глубоководной, приближенной к берегу. Здесь начинают доминировать представители *Lenticulina*, *Marginulina*, становятся характерными *Pseudolamarckina*, *Astacolus*, *Marginulinopsis*, *Conorboides* и др. Прибрежные и мелководно-морские хорошо прогреваемые участки бассейна с нормальной соленостью содержат ассоциации фораминифер, практически полностью состоящие из известковистых форм.

На севере Западно-Сибирского моря (см. рисунок, в) в течение кимериджа наряду с трансгрессией, возможно, происходило тектоническое погружение бассейна, которое в итоге в волжское время привело к формированию высокоуглеродистых толщ. На начальном этапе трансгрессии характерны алевроитисто-песчано-глинистые осадки, обогащенные глауконитом (барабинская пачка георгиевской свиты и схожие по составу толщи, синхронные в других регионах).

В прибрежно-мелководных зонах особенно многочисленны представители *Glomospirella*, *Trochammina* и периодически *Ammodiscus*. На удаленных участках мелководья доминировали *Haplophragmoides*, многочисленны *Trochammina* и эпизодически *Recurvoides*. В этих ассоциациях также встречались редкие *Pseudonodosaria*, *Astacolus*, *Planularia*, *Lenticulina*, *Nodosaria* и др.

Наиболее таксономически разнообразные сообщества фораминифер типичны для средней сублиторали. Здесь периодически доминировали *Lenticulina*, *Verneuilinoides* и разные таксоны цератоламаркин. В удаленных от берега зонах и, возможно, в верхней части нижней сублиторали в позднем кимеридже и ранней волге многочисленны *Pseudolamarckina*, часто они преобладали. Характерными элементами этих сообществ были также *Evolutinella*, *Textularia*, *Epistomina*, *Ceratolamarckina*, *Trochammina*. По обрамлению Западно-Сибирского моря (см. рисунок, в) в хорошо прогреваемые зоны мелководья и умеренного глубоководья, приближенного к берегу, с нормальной соленостью и стабильным гидродинамическим режимом проникали таксоны, типичные



для морей Паратетиса: *Trocholina*, *Trochospirillina*, *Conicospirillina*, *Turrispirillina*, *Spirillina*, *Paalзовella* и др. [12]. Миграции микробентоса в Западно-Сибирский бассейн, вероятно, происходили из Русского моря через проливы в Уральском архипелаге. На севере центральной части бассейна распределение сообществ микробентоса носит пятнистый характер. В раннем кимеридже обычно доминировали *Trochammina*, субдоминантами были *Recurvoides*. В некоторых случаях субдоминанты представлены *Lenticulina*, многочисленны *Haplophragmoides* и *Evolutinella*. Более редко встречались *Saccammina*, *Glomospira*, *Astacolus*, *Ceratolamarckina*, *Glomospirella*, *Bulbobaculites*, *Verneuilinoides*, *Evolutinella*. Отмечаются также ассоциации с преобладанием (качественным и количественным) известковистых фораминифер.

На севере центральной части Западно-Сибирского моря (см. рисунок, в) плотность поселений фораминифер невысока. Доминирующие *Lenticulina* представлены первыми десятками экземпляров. Субдоминантами были *Ammobaculites*, присутствовали *Spiroplectammina*, изредка встречались *Haplophragmoides*, *Recurvoides*, *Planularia* и *Pseudolamarckina*. В середине позднего кимериджа таксономическое разнообразие снизилось, ярко выраженных доминирующих таксонов нет. Наиболее характерны в сообществах представители *Verneuilinoides*, редки *Ammobaculites*, *Evolutinella*, *Lenticulina*. В конце позднего кимериджа начали преобладать *Verneuilinoides* и *Recurvoides*. Субдоминанты представлены *Lenticulina*, редки *Saccammina*, *Ammobaculites*, *Spiroplectammina*, *Ceratolamarckina* и *Pseudolamarckina*.

В морях Свердрупского бассейна (см. рисунок, в) среди фораминифер встречены *Reophax*, *Haplophragmoides*, *Recurvoides*, *Ammobaculites*, *Ammodiscus*, с редкими *Verneuilinoides*, *Trochammina* [25], наиболее типичные для верхней сублиторали, где, по-видимому, продолжает существовать широкий и пологий склон. Более дифференцированные и разнообразные ассоциации кимериджских фораминифер установлены в Канадской Арктике в бассейне р. Маккензи. В конце позднего оксфорда и кимериджа здесь, вероятно, существовал достаточно крутой склон, на котором были установлены сообщества фораминифер нижней части верхней и средней сублиторали, весьма сходные с западносибирскими. В мелководных удаленных от берега частях бассейна многочисленными были *Haplophragmoides*, *Recurvoides*, иногда *Trochammina*. В обстановках средней сублиторали преобладали *Verneuilinoides*, *Cancriella*, *Pseudolamarckina*, характерными элементами были *Lenticulina*, *Citharina*, *Geinitzinita*, *Saracenaria*, *Evolutinella* и др. Достаточно крутой склон дна бассейна был, вероятно, и со стороны Северо-Аляскинского моря (см. рисунок, в). Здесь также уверенно выявляются ассоциации фораминифер нижней части верхней и, вероятно,

нижней сублиторали, весьма близкие по таксономическому составу к таковым Западно-Сибирского и Анабаро-Ленского морей (см. рисунок, а).

Выводы

Выделен ряд биогеографических единиц в ранге областей и провинций по фораминиферам. Положение границ биогеографических провинций и областей изменяется в приграничных регионах в течение времени. Экотонные районы между биогеографическими областями на разных этапах развития меняли положение и могли входить то в Арктическую область, то в Бореально-Атлантическую. Установлены пути миграций фораминифер между разными бассейнами в северном полушарии.

Проведенный независимый биогеографический анализ ассоциаций фораминифер конца оксфорда и кимериджа и палеоклиматических данных [16–18] свидетельствует о корректности палеоклиматических реконструкций в Северном полушарии.

Широкому развитию ряда общих видов и родов в ассоциациях фораминифер разных биогеографических единиц способствовали общебореальная трансгрессия и повышение температуры, что привело к установлению хороших биогеографических связей между субсредиземноморскими, суббореальными, бореальными и арктическими регионами. Эти формы фораминифер являются маркерами для изохронных межрегиональных корреляций разных климатических зон.

Исследования выполнены при поддержке проекта РНФ, № 22–17–00054 и научно-методической поддержке ФНИ (FWZZ-2022–0005).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Басов В. А. О некоторых особенностях географического распределения фораминифер в юрском периоде // Палеобиогеография севера Евразии в мезозое. – Новосибирск: Наука, 1974. – С. 63–76.
2. Басов В. А. Палеоэкологические и палеобиогеографические построения // Практическое руководство по микрофауне СССР. Фораминиферы мезозоя. – Л.: Недра, 1991. – С. 210–222.
3. Кольпэр К., Никитенко Б. Л., Хафаева С. Н. Стратиграфия и особенности экостратиграфического распределения морфогрупп фораминифер верхней юры разреза Макарьев (р. Унжа, бассейн Волги) // Геология и геофизика. – 2017. – Т. 58, № 1. – С. 86–104.
4. Кузнецова К. И. Стратиграфия и палеобиогеография поздней юры бореального пояса по фораминиферам. – М.: Наука, 1979. – 124 с.
5. Мезозойский океан в Арктике: палеонтологические свидетельства / В. А. Захаров, Б. Н. Шурыгин, Н. И. Курушин и др. // Геология и геофизика. – 2002. – Т. 43, № 2. – С. 155–181.
6. Никитенко Б. Л. Стратиграфия, палеобиогеография и биофауна юры Сибири по микрофауне

(фораминиферы и остракоды) // Новосибирск: Параллель, 2009. – 680 с.

7. **Палеогеография** севера СССР в юрском периоде / В. А. Басов, Т. А. Веренинова, В. А. Захаров и др. – Новосибирск: Наука, 1983. – 188 с.

8. **Парфенов Л. М.** Континентальные окраины и островные дуги мезозойд северо-востока Азии. – Новосибирск: Наука, 1985. – 190 с.

9. **Стратиграфия** нефтегазоносных бассейнов Сибири. Юрская система / Б. Н. Шурыгин, Б. Л. Никитенко, В. П. Девятков и др. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2000. – 480 с.

10. **Стратиграфия** юры и мела Анабарского района (Арктическая Сибирь, побережье моря Лаптевых) и бореальный зональный стандарт / Б. Л. Никитенко, Б. Н. Шурыгин, В. Г. Князев и др. // Геология и геофизика. – 2013. – Т. 54, № 8. – С. 1047–1082.

11. **Унифицированная** региональная стратиграфическая схема юрских отложений Восточно-Европейской платформы: объяснительная записка / В. В. Митта, В. Я. Вукс, Л. А. Глинских и др. – М.: ВНИГНИ, 2012. – 64 с.

12. **Фораминиферы** верхнеюрских отложений Западной Сибири / под ред. Л. Г. Дайн – Л.: Недра, 1972. – 270 с.

13. **Colpaert C. P. A.-M., Nikitenko B. L.** *Pseudolamarckina pseudorjasanensis* Dain, 1967 (Foraminifera) as a Kimmeridgian marker species and its significance for biostratigraphy, palaeoecology and palaeobiogeography // Polar Research. – 2019. – Vol. 38. – URL: <http://dx.doi.org/10.33265/polar.v38.3461>.

14. **Colpaert C. P. A.-M., Pestchevitskaya E. B., Nikitenko B. L.** Upper Jurassic foraminifera, dinoflagellates and terrestrial sporomorphs from the Gorodishche Section (Ul'yanovsk Region, East European Platform, Russia): Biostratigraphic, palaeoenvironmental and palaeobiogeographical implications // Révue de Micropaléontologie. – 2017. – Vol. 60, no. 4. – P. 549–572.

15. **Embry A.F., Dixon J.** The age of the Amerasia Basin // 1992 Proceeding International Conference on Arctic Margins, Anchorage Alaska. – U.S. Department of the Interior Minerals Management Service Alaska Outer Continental Shelf Region, Anchorage, USA, 1994. – P. 289–300.

16. **Évolution** de la paleotempérature des eaux de la plate-forme Russe au cours du Jurassique supérieur = Sea-surface paleotemperature evolution of the Russian platform during the Upper Jurassic / A. Riboulleau, F. Baudin, V. Daux, et al. // Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Série II, Fascicule A – Sci-

ences de la Terre et des Planètes. – 1998. – Vol. 326. – P. 239–246.

17. **Isotopic** signals from Callovian–Kimmeridgian (Middle–Upper Jurassic) belemnites and bulk organic carbon, Staffin Bay, Isle of Skye, Scotland / E. V. Nunn, G. D. Price, M. B. Hart, et al. // Journal of the Geological Society of London. – 2009. – No. 66. – P. 633–641. – URL: <http://dx.doi.org/10.1144/0016-76492008-067>.

18. **Phanerozoic** paleotemperatures: The earth's changing climate during the last 540 million years / C. R. Scotese, H. Song, B. J. W. Mills, D. G. van der Meer // Earth-Science Reviews. – 2021. – Vol. 215. – 103503.

19. **Scotese C. R., Boucot A. J., Chen Xu.** Atlas of Jurassic Paleogeographic Maps, // PALEOMAP Atlas for ArcGIS, vol. 4, The Jurassic and Triassic, Maps 32–42, Mollweide Projection. PALEOMAP Project. – Evanston, IL, 2014.

20. **Scotese C. R., Boucot A. J., Chen Xu.** Atlas of Phanerozoic Climatic Zones (Mollweide Projection). Vol. 1–6 // PALEOMAP Project PaleoAtlas for ArcGIS: PALEOMAP Project. – Evanston, IL, 2014.

21. **Stam B.** Quantitative analysis of Middle and Late Jurassic Foraminifera from Portugal and its implications for the grand banks of Newfoundland. Micropaleontological Bulletins. – Utrecht, Netherlands, 1986. – 134 p.

22. **The age** of the Tojeira Formation (Late Jurassic, Early Kimmeridgian), of Montejunto, west-central Portugal / H. E. Turner, F. E. Gradstein, A. S. Gale, D. K. Watkins // Swiss Journal of Palaeontology. – 2017. – Vol. 136 (2). – P. 287–299.

23. **The evolution** of Late Callovian to Early Kimmeridgian foraminiferal associations from the central part of the Russian Sea (Makar'yev section, Volga River Basin, Russia) / C. Colpaert, B. Nikitenko, S. Khafaeva, A. F. Wall // Palaeogeography. Palaeoclimatology. Palaeoecology. – 2016. – Vol. 451. – P. 97–109.

24. **Upper** Kimmeridgian to Lower Tithonian foraminifera and ostracods of the Boulonnais region, Northern France. Stratigraphic and palaeoenvironmental implications and inter-regional correlations with the Siberian arctic / C. P. A.-M. Colpaert, B. Nikitenko, T. Danelian et al. // Marine Micropaleontology. – 2021. – Vol. 164. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377839821000177?via%3Dihub>.

25. **Wall J. H.** Jurassic and Cretaceous foraminiferal biostratigraphy in the Eastern Sverdrup Basin, Canadian Arctic Archipelago // Bulletin of Canadian Petroleum Geology. – 1983. – Vol. 31 (4). – P. 246–281.

© Б. Л. Никитенко, К. П. А.-М. Кольпэр, 2022