

УДК 551.733.33+551.734.2 (571.56)

ЦИКЛИЧНОСТЬ СЕДИМЕНТОГЕНЕЗА, ЭТАПНОСТЬ И СТАДИЙНОСТЬ РАЗВИТИЯ БИОТЫ В ПОЗДНЕМ СИЛУРЕ И РАННЕМ ДЕВОНЕ СЕВЕРО-ВОСТОКА АЗИИ

© 2009 г. В. В. Баранов

Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, Якутск

e-mail: vbaranov@diamond.ysn.ru

Поступила в редакцию 17.09.2007 г., получена после доработки 10.09.2008 г.

Установлено, что пржидольско-эйфельский мегацикл на Северо-Востоке Азии представлен пятью макроциклитами. Выявлено десять уровней, на которых происходили масштабные перестройки в составе и структуре позднесилурийской и раннедевонской биоты палеобассейна. Эти уровни объединяются попарно с пятью максимумами, характеризующимися наиболее высокими значениями коэффициента обновления видового состава зонального комплекса, совпадают с границами макроциклитов и прослеживаются по всему бассейну седиментации.

Ключевые слова: поздний силур, ранний девон, цикличность, седиментогенез, этапность и стадийность развития биоты, Северо-Восток Азии.

ВВЕДЕНИЕ

Непрерывные, хорошо обнаженные карбонатные и глинисто-карбонатные разрезы верхнего силура и нижнего девона с многочисленными остатками бентосной и нектонной фауны хорошей сохранности установлены на Северо-Востоке Азии (хребет Улахан-Сис, Селенняхский кряж, горная система Черского, Южное Верхоянье и Юкагирское плоскогорье) (рис. 1–3). Эти разрезы могут служить эталонами для разработки стратиграфической шкалы верхнего силура и нижнего девона севера Евразии. В последние десятилетия автором совместно с Т.С. Альховик были изучены все наиболее информативные разрезы верхнего силура и нижнего девона Северо-Востока Азии (Альховик, Баранов, 1984а, 1984б, 1989, 1992, 2001а, 2001б, 2002а). В многочисленных публикациях (например, Дубатов, 1969; Альховик, Ивановский, 1988; Алексеева и др., 1996; Альховик, Баранов, 2004; Баранов, Альховик, 2006) приведено монографическое описание более трехсот таксонов позднесилурийских и раннедевонских табулят, ругоз, брахиопод и конодонтов. Разработанные по этим группам фауны зональные биостратиграфические схемы послужили основой для создания Унифицированной стратиграфической схемы расчленения верхнесилурийских и нижнедевонских отложений Северо-Востока России, утвержденной МСК России в 2003 г. Нами изучен филогенез табулятоморфных кораллов, брахиопод и конодонтов (Аль-

ховик, Ивановский, 1988; Баранов, Альховик, 2003, 2005; Баранов, 2004), установлена этапность развития биоты и цикличность седиментогенеза в позднем силуре и раннем девоне Северо-Восточной Якутии, а также построены схемы фациальной зональности Яно-Индибирской карбонатной платформы (Альховик, Баранов, 1998, 2001а).

МАТЕРИАЛ

Материал для написания статьи собирался автором и Т.С. Альховик в течение нескольких десятилетий при изучении разрезов силурийских и девонских отложений с огромной территории Северо-Востока Азии, в бассейнах рек Лена, Яна, Индигирка, Алазея и Колыма. Разрезы верхнесилурийских и нижнедевонских отложений были описаны в Южном Верхоянье на правом берегу р. Восточная Хандыга по ручьям Крутой, Тихий и Хурат; в Чималгинском хребте, на левобережье р. Чибгалах по ручьям Мох, Илек, Бином, Девонский и ручью Цер, левому притоку р. Тукчан; в хребте Тас-Хаяхта, в бассейнах рек Умба, Болдымба, Догдо, Крест-Юрях, Артых-Юрях, Берелех, Холбочон, Куранах-Юрях; в Селенняхском кряже, на правом берегу рек Талынджа и Сакинджа и в верхнем течении р. Чибгалах; в хребте Улахан-Сис, в бассейнах рек Правый Наанчан, Кусаган-Юрях, Озерная и Кресты; на Юкагирском плоскогорье, в правом борту р. Колыма (Известковый карьер

и Половинный Камень), в бассейне рек Каменка и Спиридонова.

Табуляты были описаны Т.С. Альховик, ругозы – А.Б. Ивановским, брахиоподы и конодонты – В.В. Барановым.

Коллекция брахиопод под номерами 4114 хранится в Палеонтологическом музее Палеонтологического института РАН, Москва. Коллекции брахиопод под номерами 171, 176, 182, 187 и конодонтов под номерами 182 и 195 хранятся в Геологическом музее Института геологии алмаза и благородных металлов (ИГАБМ СО РАН), Якутск.

ЦИКЛИЧНОСТЬ СЕДИМЕНТОГЕНЕЗА

На цикличное строение осадочных толщ оболочки планеты обратили внимание около 150 лет назад. Понятный аппарат цикличности седиментогенеза достаточно полно изложен в работах отечественных ученых С.В. Тихомирова (1967), Ю.Н. Карагодина (1974, 1980, 1985), В.А. Зубакова (1978) и в книге “Практическая стратиграфия” (1984). В последней работе для классификации циклитов (от элементарных и выше) предлагается использовать либо порядковые римские цифры I, II, III и т.д., либо приставки к “циклиту”: микро-, мезо-, макро-, мега- и магна. Общим недостатком этих классификаций является степень неопределенности, выражающаяся в том, что при прослеживании циклитов вглубь бассейна они могут замещать друг друга. Магнациклит охватывает временной промежуток в несколько периодов (около 200 млн. лет), что соответствует Галактическому году, крупным циклам складчатости, магматизма, седиментогенеза, биопродуктивности, климата, эвстазиям Мирового океана и кардинальным эволюционным перестройкам органического мира.

Продолжительность пржидольско-эйфельского мегациклита, который выделяется на Северо-Востоке Азии, составляет примерно 35–40 млн. лет. Он представлен пятью макроциклитами: пржидольским, лохковским, нижнепражским, верхнепражским и эмс-эйфельским, каждый из которых состоит из трансгрессивной и регрессивной компонент (рис. 4).

Трансгрессивная компонента пржидольского макроциклита представлена нижнеталынджинской подсвитой, сложенной комковатыми, глинистыми известняками с пластами брахиоподовых ракушечников, а регрессивная компонента – верхнеталынджинской подсвитой, состоящей из доломитов с редкими пластами комковатых известняков и водорослевых биостромов. Литологический состав трансгрессивной части регоцик-

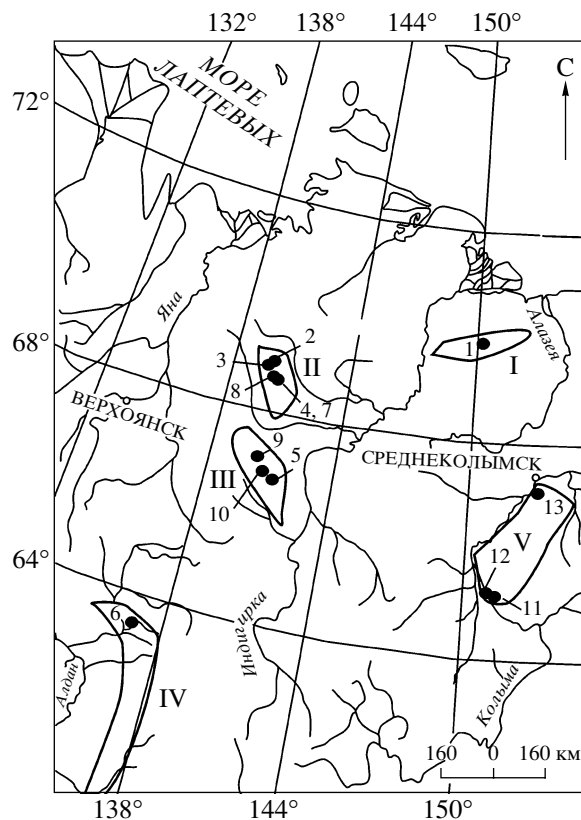


Рис. 1. Схема местоположения опорных разрезов верхнего силура и нижнего девона Северо-Востока Азии.

I – хребет Улахан-Сис: 1 – разрез Крестовка; II – Селенняхский кряж: 2 – разрез Джяпканджа-I, 3 – разрез Серп, 4 – разрез Самыр-Зеленый, 8 – разрез Неличен-Ледниковый-Кривой; III – хр. Тас-Хаяхта: 5 – разрез Артых-Юрях, 9 – разрез Гер-Геремганджа, 10 – разрез Хобочало-2; IV – Южное Верхоянье, хр. Сетте-Дабан: 6 – разрез Тихий; V – Юкагирское плоскогорье (правобережье р. Колыма): 11 – разрез Известковый карьер-I, 12 – разрез Известковый карьер-II, 13 – разрез Верхний Половинный Камень.

лита очень выдержан. Он сохраняется на северных территориях Азии.

Трансгрессивная компонента лохковского макроциклита установлена в Селенняхском кряже, на восточном склоне хр. Тас-Хаяхта, в Южном Верхоянье и Омудевских горах, где она представлена пачкой глинистых известняков с разнообразной бентосной и нектонной фауной, мощностью от 12 до 60 м. Регрессивная часть макроциклита сложена монотонной толщей переслаивающихся сероцветных доломитов и биоморфных известняков с пластами коралловых биостромов. Это так называемые “социалисовые известняки”, сложенные преимущественно ветвями табулятоморфных кораллов *Favosites socialis* Sokolov et Tesakov. Они прослеживаются по всему северу Азиатского континента.

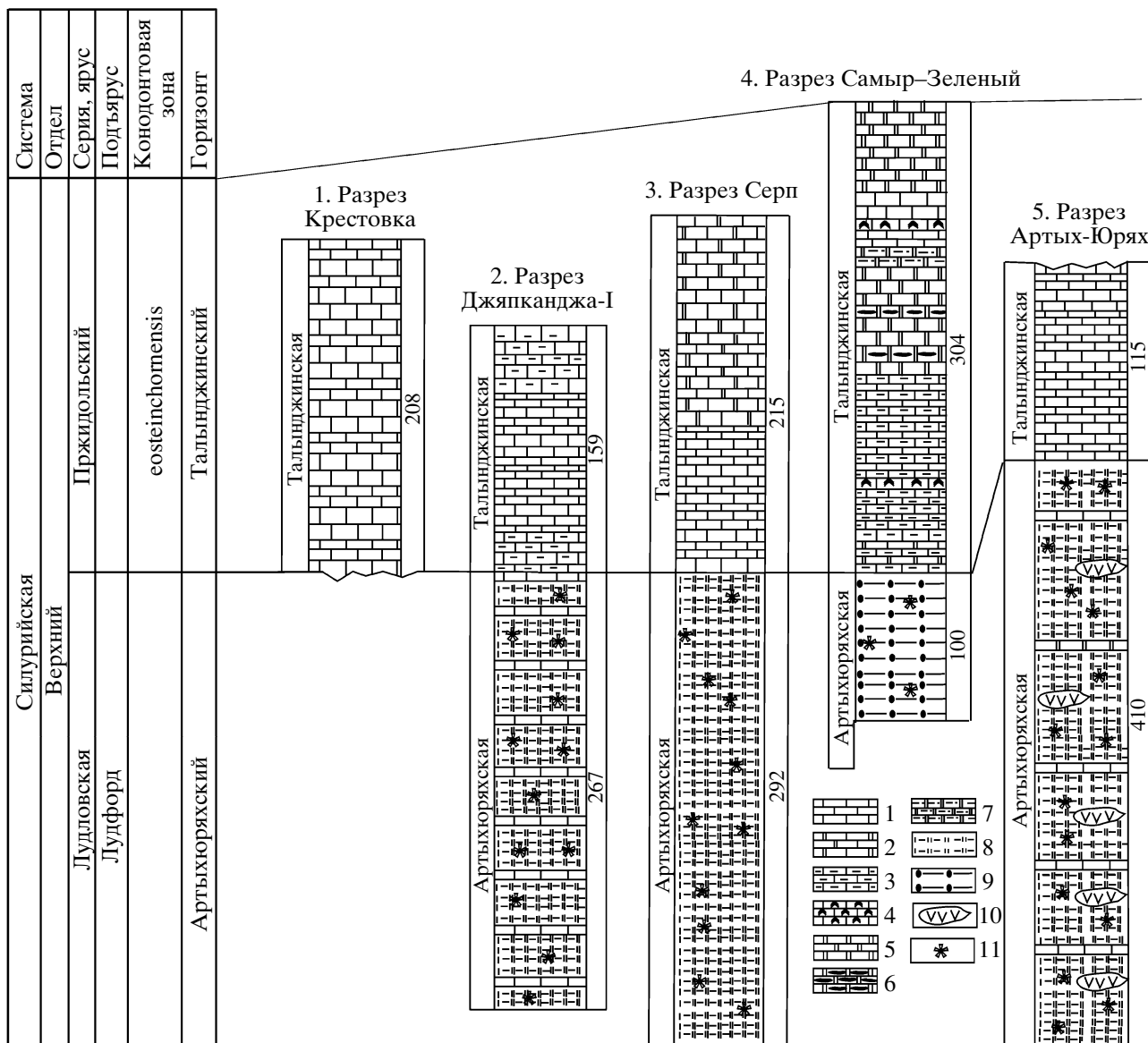


Рис. 2. Схема корреляции опорных разрезов верхнесилурийских отложений Северо-Востока Азии.

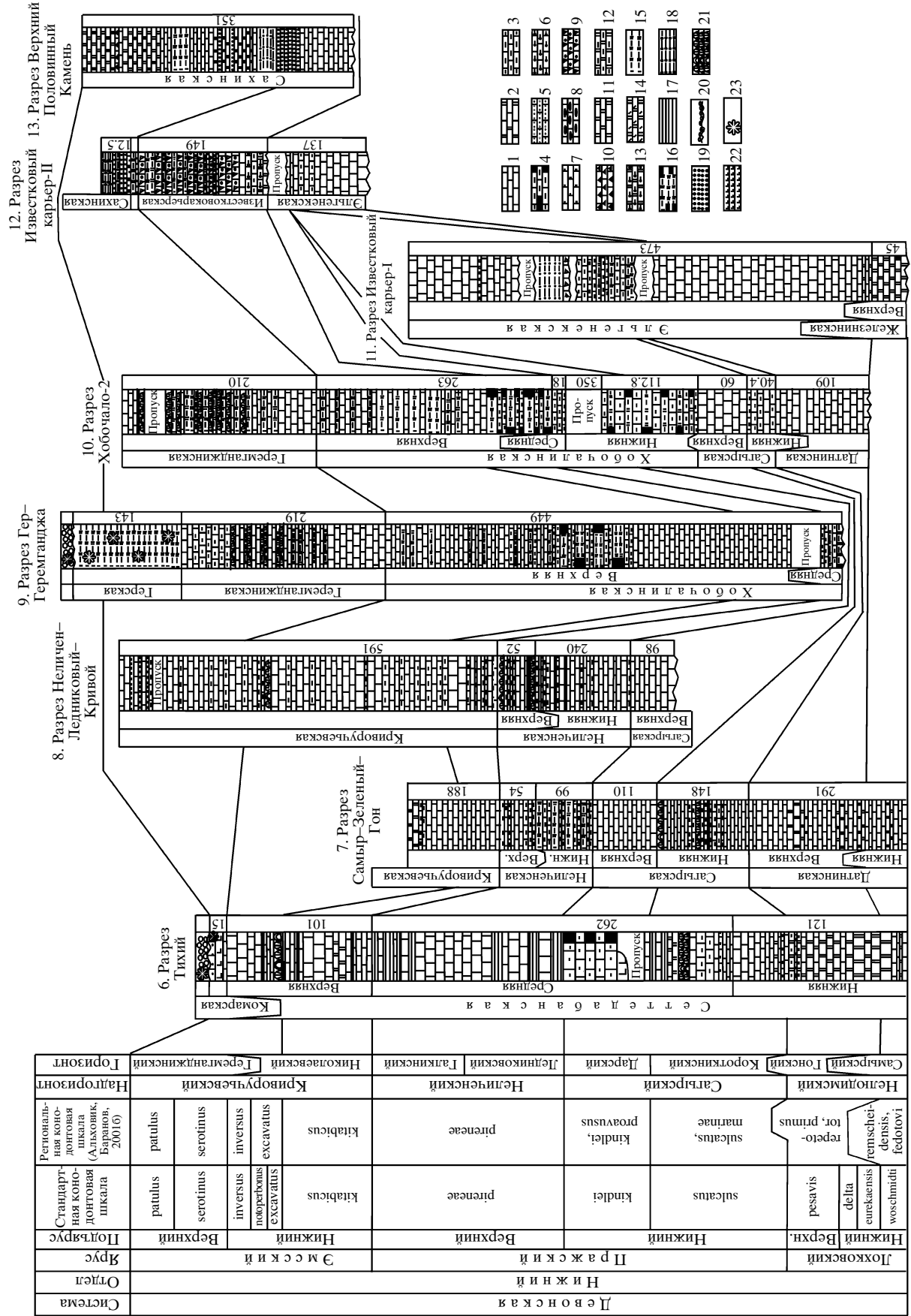
1 – известняки, 2 – известняки доломитистые, 3 – известняки глинистые, 4 – известняки строматолитовые, 5 – доломиты, 6 – доломиты с прослоями вторичных кремней, 7 – доломиты алевритистые, 8 – мергели, 9 – алевролиты, 10 – гипсы и ангидриты, 11 – пестроцветность.

Нижнепражский макроциклит представлен в хр. Улахан-Сис, Селенягском кряже и горной системе Черского сагырской свитой, в Южном Верхоянье нижней половиной среднесеттедабанской подсвиты, в Юкагирском плоскогорье (пра-

вобережье р. Колыма) средней частью эльгенекской свиты. Трансгрессивная часть макроциклита сложена темноцветными глинистыми, органогенно-детритовыми, часто биоморфными известняками с прослоями или пластами углеродисто-гли-

Рис. 3. Схема корреляции опорных разрезов нижнего девона Северо-Востока Азии.

1 – известняки, 2 – известняки доломитистые, 3 – известняки глинистые, 4 – известняки углеродисто-глинистые, 5 – известняки песчаные, 6 – известняки алевритистые, 7 – известняки доломитизированные, 8 – известняки с прослоями вторичных кремней, 9 – конглобрекчии, 10 – известняковые брекчии, 11 – доломиты, 12 – доломиты глинистые, 13 – доломиты алевритистые, 14 – туфодоломиты глинистые, 15 – мергели, 16 – мергели углеродистые, 17 – аргиллиты, 18 – алевролиты, 19 – песчаники, 20 – стратиграфическое несогласие, 21 – биостром, 22 – покровы базальтов, 23 – пестроцветность.



Общая стратиграфическая шкала			Региональная конодонтовая шкала (Альховик, Баранов, 2001б; Баранов, 2004)	K ₀	Макроциклиты	Трангрессия → Регрессия ←	Эпохи осадконакопления	Климат А, П, Г	Интенсивность рифообразования					
Система	Отдел	Ярус												
Девонская	Средний	Эйфельский	australis kockelianus costatus partitus	australis kockelianus costatus partitus	Эмс-эйфельский		С К У К У К	А, П, Г						
			patulus serotinus	patulus serotinus						0.56				
	Эмский	inversus nothoperbonus excavatus kitabicus	inversus nothoperbonus excavatus kitabicus	0.58										
		Пражский	pireneae	pireneae						0.54				
	kindlei, sulcatus		kindlei, proavusus sulcatus marinae	0.73										
	Лохковский	Лохковский	Pedavis pesavis Anc. delta	repetitor, primus						0.65				
			Oz. eurekaensis Icr. woschmidti	remscheidensis, fedotovi						0.83				
	Верхний	Пржевальский	Ozarkodina eosteinhor- nensis	Ozarkodina confluens geniata						0.76	Пржевальский	К	А, П, Г	
										0.89				
	Силурийская	Верхний	Пржевальский							0.93	Пржевальский			

Рис. 4. Соотношение региональных стратиграфических подразделений верхнего силура и нижнего девона Северо-Востока Азии с седиментационной цикличностью, трансгрессиями и регрессиями, эпохами осадконакопления, климатическими флуктуациями и интенсивностью рифообразования.

У, П, М – эпохи: У – накопления углеродисто-глинистых толщ, К – карбонатообразования, С – сульфатонакопления; А, П, М – климаты: А – аридный, П – переходный от аридного к гумидному, Г – гумидный.

нистых сланцев. В некоторых разрезах отмечаются пласты оолитовых и строматолитовых известняков. Эта часть макроциклита прослеживается во всех фациальных зонах бассейна и является прекрасным маркирующим горизонтом. На Сибирской платформе основание макроциклита совпадает, вероятно, с основанием разведочинской свиты (Матухин и др., 1995). На Таймыре трансгрессивная часть макроциклита соответствует, вероятно, толбатским слоям (Стратиграфия..., 1994). Регрессивная составляющая макроциклита представлена темноцветными коралловыми известняками, сложенными преимущественно ветвями табулятоморфных кораллов *Yacutiorora fallacis* (Yanet). Она прослеживается во всех субрегионах Северо-Востока Азии.

Верхнепражский макроциклит представлен в хребте Улахан-Сис и Селенняхском кряже неличенской свитой, в горной системе Черского нижней и средней частями хобочалинской свиты, в Южном Верхоянье верхней половиной среднесеттедабанской подсвиты, на Юкагирском плоскогорье он пока не установлен. Трансгрессивная часть макроциклита отражает максимум стояния морского бассейна, обусловивший накопление углеродисто-глинистых пород нижнехобочалинской подсвиты горной системы Черского, глинистых известняков нижнеличенской подсвиты Селенняхского кряжа и хр. Улахан-Сис, двадцатиметровой пачки углеродисто-глинистых сланцев в верхней половине среднесеттедабанской подсвиты Южного Верхоянья. На Сибирской платформе трансгрессивная часть макроциклита соответ-

ствует верхней половине разведочнинской свиты (Матухин и др., 1995). В конце пражского века на фоне развивающейся трансгрессии наступил кратковременный минимум, которому соответствует накопление биоморфных карбонатно-глинистых пород верхненеличенской подсвиты Селенняхского кряжа и хребта Улахан-Сис, верхней половины среднехобочалинской подсвиты горной системы Черского, верхов среднесеттедабанской подсвиты Южного Верхоянья. На Таймыре регрессивная часть макроциклита отвечает тарибгайским слоям (Стратиграфия..., 1994).

Эмс-эйфельский макроциклит представлен в хребте Улахан-Сис и Селенняхском кряже криворучьевской и герской свитами, в горной системе Черского верхнехобочалинской подсвитой, геремганджинской и герской свитами, в Южном Верхоянье верхнесеттедабанской подсвитой и комарской свитой, на Юкагирском плоскогорье известковокарьерской и сахинской свитами. Трансгрессивная часть макроциклита отражает максимум стояния морского бассейна в раннедевонскую эпоху. В карбонатных разрезах трансгрессивная часть регоциклита сложена темноцветными мергелями, глинистыми сланцами, известняками, в терригенных – углеродистоглинистыми сланцами с пластами микрозернистых известняков. На Юкагирском плоскогорье, на правом берегу р. Колыма (Известковый карьер), обнажаются только верхи трансгрессивной части макроциклита. Его регрессивная компонента сложена на большей территории Северо-Востока Азии двумя толщами: нижней карбонатной и верхней пестроцветной, иногда с линзами сульфатов. В Южном Верхоянье регрессивная часть представлена пестроцветными базальтосодержащими отложениями, на Юкагирском плоскогорье – карбонатными и терригенными породами.

В заключение этого раздела кратко остановлюсь на сравнительной характеристике условий осадконакопления в морских бассейнах Северо-Востока Азии и Сибирской платформы в позднем силуре и раннем девоне. На Северо-Востоке Азии пржидольско-эйфельскому мегациклу предшествовал ашгиллско-лудловский, финальная стадия которого приходится на лудловский век и представлена пестроцветными, красноцветными мергелями, песчаниками, иногда с прослоями и пластами сульфатов (железнинская свита Юкагирского плоскогорья, мирнинская свита Омuleвских гор, артыхюряхская свита горной системы Черского и Селенняхского кряжа) или доломитами с пластами сульфатов (хуратская свита Южного Верхоянья). Пржидольская трансгрессивная волна, пришедшая с востока, отчетливо зафиксиро-

рована только на восточном склоне горной системы Черского, в Селенняхском кряже, хребте Улахан-Сис и на юго-западном склоне Омuleвских гор в глинистых известняках и доломитах талынджинской и ягоднинской свит (Альховик, Баранов, 2001а, 2004; Орадовская, 1988). На остальной территории Северо-Востока Азии пестроцветные сульфатоносные осадки продолжали накапливаться до начала раннего девона (фаза *Ozarkodina remscheidensis*, *Pelekysgnathus fedotovi*). Аналогичная седиментационная обстановка складывалась в позднем силуре и на Сибирской платформе. Пржидольские отложения представлены здесь доломитами, мергелями, редко вишнево-красными известняками с пластами гипса и ангидрита, иногда с жеодами соли (Тесаков, Шпунт, 1967; Лопушинская, Советов, 1967; Тесаков и др., 1979; Тесаков, 2004), возраст которых определялся по стратиграфическому положению между фаунистически охарактеризованными отложениями лудфорда и нижнего девона. Полной стратиграфической последовательности пржидоли ни в одном из районов не установлено. Цикличность в литоральных отложениях пржидоли не выявлена (Артюшков, Чехович, 2000).

В нижнем девоне–эйфеле на Сибирской платформе выделяется пять седиментационных циклитов: лохковский, нижнепражский, верхнепражско-эмский, эмский и эйфельский (Матухин др., 1995). Несовпадение возрастных объемов нижнедевонских циклитов на Сибирской платформе и макроциклитов, установленных на Северо-Востоке Азии, объясняется неверной возрастной датировкой верхней половины разведочнинской свиты – стратотипа разведочнинского горизонта. Верхняя граница разведочнинского горизонта должна быть понижена до основания эмского яруса, поскольку ассоциация брахиопод, присутствующая в его верхах (*Cortezorthis chobotschalensis* (Alekseeva), *Taimyrrhynch taimyricus* (Nikiforova), *Trigonirhynchia ventricosa* (Alekseeva) и др.), встречается на Северо-Востоке Азии совместно с конодонтом *Polygnathus pirenae* Voersma – зональным видом-индексом стандартной конодонтовой шкалы верхов пражского яруса. В таком случае на Северо-Востоке Азии и Сибирской платформе в лохковском и пражском веке устанавливается синхронность седиментационных циклов. Отсутствие достоверных находок эмской и эйфельской фауны на Сибирской платформе не позволяет однозначно определить возрастной объем мантуровского горизонта и скоррелировать его с одновозрастными отложениями Северо-Востока Азии.

Система	Отдел	Ярус	Подъярус	Табуляты			Ругозы			Брахиоподы			Конодонты								
				Лона	Этап	Стадия	Лона	Этап	Стадия	Лона	Этап	Стадия	Лона/ Зона	Этап	Стадия						
Девонская	Нижний	Эмский	Верхний	Alveolites polenowi, Alveolites figuratus	IV	Климатическая	Bensonastrea emendata, Digonophyllum lissigenense	II	Оптимальная	Elythyna salairica, Alekseevaella sulcata	VI	Оптим.	Polygnathus patulus	V	Пионер.	Polygnathus serotinus					
																	Нижний	Caliapora parva, Scoliopora clara	Пионерная	Spongonaris philoctetes	Климатическая
			Пражский	Верхний		Scoliopora crassicalis, Subcladopora abnormis	III		Оптим.	Embolophyllum aggregatum		I	Оптим.		Trigonirhynchia ventricosa	Пионерная					
																	Нижний	Yacutiopora fallacis, Yacutiopora innae	II	Климатическая	Pseudoamplexus altaicus, Taimyrophyllum grande
				Лохковский		Верхний	Favosites socialis, Favosites admirabilis		II	Пионерная		Не найдены	II		Климатическая	Ozarkodina repetitor, Gagievodus primus, Ozarkodina remscheidensis					
		Нижний	Favosites admirabilis		II			Климатическая			Ozarkodina repetitor, Gagievodus primus										
						Верхний	Hillaerospica		I	Климатическая		Не найдены	I	Климатическая	Не найдены	I	Климатическая	Ozarkodina confluens, geniatius			
		Силурийская	Верхний	Hillaerospica	I			Пионерная			Atrypoidea phoca, Collarothyris canaliculata								I	Пионерная	Ozarkodina confluens, geniatius

Рис. 5. Этапы и стадии развития табулят, ругоз, брахиопод и конодонтов в позднем силуре и раннем девоне Северо-Востока Азии.

ЭТАПНОСТЬ И СТАДИЙНОСТЬ РАЗВИТИЯ БИОТЫ

Этапность развития раннедевонской биоты Северо-Востока Азии рассматривалась нами в предыдущих работах (Альховик, Баранов, 2001б; Баранов, 2004). Периодизация развития позднесилурийской и раннедевонской биоты палеобассейна основана на выявлении и ранжировании границ, на которых происходят системные перестройки. Для определения масштаба перестроек и ранга границ применялись эоциклический ме-

тод (Преображенский, Преображенская, 1979; Симаков, 1979, 1985) и метод количественного анализа комплексов фауны (Леонов, 1974; Курушин, 1998). Эоциклический метод позволяет проследить эволюцию палеоэкосистем, обусловленную изменением экологических условий. Для этой цели использовался коэффициент, отражающий динамику их развития (Симаков, 1985, с. 210):

$$K = \frac{H + B + 2X}{H + T + B + X}$$

где Н, В, Т и Х соотношения между видами: Н – впервые появившимися, В – исчезающими, Т – транзитными и Х – хроноэндемичными. Эти соотношения подсчитывались в каждом образце. Далее образцы, характеризующиеся одинаковыми значениями $H + V + X > T$ при $H > V$, $H + V + X \leq T$ или $H + V + X > T$ при $H < V$, объединялись, что позволило выделить для ругоз, табулят, брахиопод и конодонтов интервалы разреза, отвечающие соответственно пионерной, оптимальной и климаксовой стадиям развития палеоэкосистем. Наибольшее количество этапов выделяется у брахиопод – шесть, у табулят, ругоз и конодонтов – четыре, два и пять соответственно (рис. 5).

Табуляты. При экоциклическом анализе табулят использовались коллекции, собранные Т.С. Альховик и автором при послойном описании разрезов Южного Верхоянья, горной системы Черского, Селенняхского кряжа, хр. Улахан-Сис и Юкагирского плоскогорья (правобережье р. Колыма) и изученные Т.С. Альховик (Альховик, Ивановский, 1988; Альховик, Баранов, 2004). Пионерная стадия первого этапа представлена ассоциацией пржидольских табулят *Hillaerora spica* Mironova, характеризующихся очень низкой численностью и плотностью. Оптимальная стадия отсутствует, а климаксовой стадии соответствует интервал разреза, лишенный табулят.

В моновидовых ассоциациях пионерной стадии второго, лохковско-раннепражского, этапа доминировали *Favosites admirabilis* Dubatolov. Они характеризовались высокой численностью, плотностью и широкой морфологической изменчивостью качественных признаков. В позднелохковское время в качестве вида-доминанта выступал уже *Favosites socialis* Sokolov et Tesakov, а *Favosites admirabilis* Dubatolov, *F. virgosus* (Yanet) и *Caliapora macroporosa* Dubatolov являлись субдоминантными видами. Вид *F. socialis* широко расселился в морских бассейнах севера Евразии (Дубатолов, 1972; Шаркова, 1981; Альховик, Ивановский, 1988). В конце стадии моновидовые ассоциации *F. socialis* замещались моно- и политаксонными табулятовыми ассоциациями, представленные видами *Yacutiopora innae* Dubatolov, *Parastriatopora rzonnickajae* Dubatolov, *Squameofavosites frequens* Smirnova, *Striatopora tschichatschewi* Peetz и др. В моновидовых ассоциациях представители этих видов являются доминантами, а в поливидовых – субдоминантами. Популяции этих видов характеризуются высокой и средней численностью и плотностью, широким варьированием количественных признаков. Оптимальная стадия отсутствует, а климаксовая представлена моно- и политаксонными ассоциациями, в которых доминирует *Yacutiopora fallacis* (Yanet). *Y. gratica*

(Rukhin) в некоторых разрезах также выступает в роли доминанта. К субдоминантам относятся *Favosites kolymensis* Tchernychev, *Alveolites krekovensis* (Dubatolov) и др. Их популяции характеризуются высокой численностью, плотностью и варьированием количественных и качественных признаков.

В табулятовых таксоценох пионерной стадии третьего, позднепражского, этапа доминирующую роль играют популяции *Subcladopora (?) abnormis* (Mironova), *Favosites kolymensis* Tchernychev, *Squameofavosites bohemicus* (Počta), *Sq. frequens* Smirnova, *Striatopora tschichatschewi* Peetz, *Alveolites dissimilis* (Alkhovik), *Al. krekovensis* (Dubatolov) и *Al. karmakensis* (Tchernychev) и др. Виды *Coenites anastomosus* Mironova, *Egosiella kuznetskiana* (Tchernychev) и др. являются субдоминантами. Все популяции характеризуются высокой и, редко, средней численностью и плотностью, стабильными качественными признаками и низкой изменчивостью количественных признаков. На оптимальной стадии происходило обновление видового состава таксоценов. Популяции *Scoliopora crassicaulis* (Dubatolov), *Squameofavosites frequens* Smirnova, *Striatopora tschichatschewi* Peetz, *Alveolites krekovensis* (Dubatolov), *Al. karmakensis* (Tchernychev) и др. доминируют в моновидовых ассоциациях и являются субдоминантами поливидовых таксоценов. Они характеризуются высокой численностью и плотностью. Климаксовая стадия отсутствует.

В пионерных моновидовых ассоциациях четвертого эмского этапа доминируют представители видов *Favosites goldfussi* d'Orbigny, *Striatoporella vijaica* (Yanet), *Squameofavosites bohemicus* (Počta), *Sq. frequens* Smirnova, *Subcladopora elegans* (Dubatolov), *Alveolites polenowi* Peetz, *Al. krekovensis* (Dubatolov), *Al. karmakensis* (Tchernychev), *Caliapora parva* (Kim), *Scoliopora clara* (Yanet), *Coenites anastomosus* Mironova, *Egosiella kuznetskiana* (Tchernychev). В политаксонных ассоциациях представители этих видов играют подчиненную роль. Все популяции характеризуются высокой численностью, плотностью и значительной изменчивостью количественных признаков. Моновидовые ассоциации *Placocoenites escharoides* (Steininger), *Alveolites dissimilis* (Alkhovik) и *Victorilites elegans* (Dubatolov) встречаются в единичных разрезах. Популяциям этих видов свойственна высокая численность и плотность, слабая изменчивость количественных признаков. *Favosites fedotovi* Tchernychev и *Tryanopora symbiotica* Dubatolov в политаксонных ассоциациях являются субдоминантами и характеризуются средней и низкой численностью и плотностью. Оптимальная стадия не выражена. На климаксовой стадии происходило вымирание большинства видов, существовавших

в пражском веке–начале эмсского века, и вспышка видообразования у альвеолитид. Популяции *Favosites goldfussi* d'Orbigny, *Subcladopora elegans polenowi* Peetz, *Alveolites krekovenski* (Dubatolov), *Al. karmakenski* (Tchernychev), *Al. figuratus* (Dubatolov) и *Scoliopora delecta* Alkhovik являются доминантами в моновидовых ассоциациях и субдоминантами в полиспецифических таксоценозах, в первом случае их численность и плотность высокая, а во втором – средняя и низкая. Изменчивость количественных признаков низкая.

Ругозы. Основой для проведения экоциклического анализа по ругозам послужили коллекции, собранные Т.С. Альховик и автором из опорных разрезов горной системы Черского, Селеняхского кряжа и хребта Улахан-Сис и изученные А.Б. Ивановским (Альховик, Ивановский, 1988). Здесь не рассматриваются виды, описанные в работе (Девонские..., 1975) и имеющие сомнительную стратиграфическую привязку. Достоверные находки прижидольских и лохковских ругоз, как показали наши исследования (Альховик, Баранов, 2001б), на территории Северо-Востока Азии отсутствуют.

В начале пионерной стадии первого, раннепражско-раннеэмсского этапа, доминируют моновидовые ассоциации *Pseudoamplexus altaicus* (Dybowski) и *Taimyrophyllum grande* (Dun in Benson). Они характеризуются высокой и средней численностью и плотностью и часто образуют биостромы небольшой мощности. Остальные виды (*Breviphyllum asiaticum* Ivanowski, *B. bulvankerae* Ivanowski, *Papiliophyllum elegantulum* Stumm, *Aristophyllum simakovi* Bulvanker, *Cystiphyllum* (*Zonophyllum*) *nesterowskii* Peetz и др.) являются субдоминантами. Численность и плотность их популяций средняя и низкая. На оптимальной и климаксовой стадиях преобладают политаксонные ассоциации. Представители видов *Embolophyllum aggregatum* (Hill), *Breviphyllum asiaticum* Ivanowski, *Spongonaria philoctetes* Crickmay, *Br. bulvankerae* Ivanowski, *Pseudoamplexus altaicus* (Dybowski), *Papiliophyllum elegantulum* Stumm, *Thoulelasma priscum* Kravtsov, *Zelolasma gemmiforme* (Etheridge) *Hemiaulacophyllum accuratum* Kravtsov, *Cystiphyllum* (*Zonophyllum*) *nesterowskii* Peetz, *C.* (*Zonophyllum*) *caducum* Wedekind., *Cystiphyllodes aggregatum* (Billings), *Microplasma compactum* (Kravtsov), *Stereophyllum limbatum* (Quenstedt) либо образуют моновидовые ассоциации, либо входят в состав полиспецифических таксоценозов. Популяциям этих видов свойственна средняя и низкая численность и плотность.

Во втором, позднеэмсском, этапе выделяется только оптимальная стадия. Она характеризуется политаксонными ассоциациями, в составе которых выделяются следующие виды: *Bensonastrea*

emendata (Spassky et Kravtsov), *Digonophyllum lissingenense* (Schluter), *Pseudodigonophyllum trabeculum* Ivanowski, *Briantelasma sibiricum* Ivanowski, *Breviphyllum bulvankerae* Ivanowski, *Thoulelasma priscum* (Kravtsov), *Acantophyllum clermontense* (Etheridge), *Astrictophyllum tabulatum* Ivanowski, *Spongonaria filicata* Crickmay, *Sp. impedita* (Crickmay), *Aphroelasma russakovi* (Spassky et Kravtsov), *Hemiaulacophyllum accuratum* Kravtsov и др. Популяции этих видов имеют среднюю и низкую численность и плотность.

Брахиоподы. На пионерной стадии первого этапа в составе сообществ прижидольских брахиопод доминировали представители отрядов *Atrypida* и *Athyridida*, причем попеременное появление пионерных моновидовых ассоциаций *Atrypoidea phoca* (Salter) и атириид *Collarothyris canaliculata* (Wenjukov) обусловлено, по-видимому, мелкоамплитудными осцилляциями уровня палеобассейна. Популяции этих видов характеризуются высокой и средней численностью и плотностью, значительной изменчивостью признаков внешнего строения раковин (Баранов, Альховик, 2006). Оптимальная стадия не выражена, а в интервале разреза, соответствующего климаксовой стадии, брахиоподы пока не найдены.

На пионерной стадии второго, лохковского, этапа появляются политаксонные брахиоподовые ассоциации, в которых доминируют: в Селеняхском кряже – *Howellella labilis* T. Modzalevskaia, на западном склоне хр. Тас-Хаяхта – *Yania tumida* Baranov et Alkhovik и *Morinorhynchus attenuatus* (Amsden), в Южном Верхоянье – *Howellella angustiplicata* (Kozlowski) и *Fastigata longa* Baranov et Alkhovik, а виды *Kholbotchonia nikolaevi* Baranov, *Tichirhynchus settedabanicus* Baranov, *Atrypinella delicata* I. et M. Breivel и др. выступают в роли субдоминантов. Для популяций видов-доминантов и субдоминантов характерна средняя и низкая численность и плотность. Оптимальная стадия отсутствует. В интервале разреза, соответствующего климаксовой стадии, брахиоподы пока не встречены.

На пионерной стадии третьего, раннепражско-го, этапа, в связи с высокочастотными микроосцилляциями уровня морского бассейна, в брахиоподовых сообществах происходит очень частая смена видов-пионеров. Поэтому нижние горизонты пражского яруса сложены пакетами моновидовых ракушечниковых пластов мощностью от 3 до 5 см. В качестве видов-пионеров выступают *Dubovikovirhynchus settedabanicus* (Rzonsnitskaya), *Pygmaella pygmaea* Baranov, *Sibirioechia lata* Alekseeva, *Protathyris sibirica* Zintchenko, *Tikhyspirifer globosus* Baranov. Далее по разрезу они замещаются политаксонными ассоциациями, в которых доминируют представители видов *Spinatrypina*

tichiensis Rzonnsnitskaya и *Howellella prima* Alekseeva. Численность и плотность популяций очень велика. В образцах размером $10 \times 10 \times 5 \text{ см}^3$ насчитывается от нескольких десятков до нескольких сотен раковин. Остальные виды (*Davoustia verkhojanica* Baranov, *Strophochonetes indigiricus* Alekseeva, *Gypidula pelagica* (Barrande), *Kholbotchonia rugmaea* (Alekseeva), *Lanceomyonia exposita* Baranov, *Lapradella definita* Baranov, *Dogdoa chalmensis* Baranov, *Sulcicostula tichiensis* (Alekseeva), *Vladimirhynchus lezhoevi* Baranov, *Akhovikovia libera* Baranov и др.) являются субдоминантами. Их плотность на площади 10 см^2 колеблется в пределах первого десятка раковин.

На пионерной стадии четвертого, позднеэпразско-раннеэпмского, этапа в Селенняхском кряже и хребте Улахан-Сис мелкий шельф был оккупирован политаксонной ассоциацией брахиопод, в которой доминировали представители *Taimyrgynx taimyricus* (Nikiforova). Их популяции характеризуются высокой и средней численностью и плотностью. Последние представители этого вида вымерли на нижней границе эмса, что подтверждается находками зонального вида-индекса нижней конодонтовой зоны эмса – *Polygnathus kitabicus* Yolkin et al. в Южном Верхоянье, горной системе Черского и Селенняхском кряже (Альховик, Баранов, 2001б). За пределами региона, на Таймыре, Сибирской платформе (Матухин и др., 1995) и юго-востоке Западно-Сибирской плиты (Кульков, Перегоедов, 1990), возраст этой ассоциации брахиопод необоснованно датируется эмсом, хотя на Таймыре в Тарейском опорном разрезе (Стратиграфия..., 1994, с. 25, рис. 14) первое появление конодонтофорид *Polygnathus dehiscens* Philip et Jackson (= *Pol. kitabicus* Yolkin et al.), так же как и на северо-востоке Азии, наблюдается выше последних находок *T. taimyricus*. В горной системе Черского среди доминирующих видов, кроме *T. taimyricus*, отмечаются *Rugosatrypa tchernyschevi* (Rzonnsnitskaya) и *Gerrhynch vescus* Baranov, а в Южном Верхоянье – *Howellella yacutica* Alekseeva. Группа видов-субдоминантов представлена *Schizophoria grande* Baranov, *Cortezorthis chobotschalensis* (Alekseeva), *Gypidula kayseri* Rzonnsnitskaya, *Ivdelinia pseudoivdelensis* Andronov, *Iv. procerula* (Barrande), *Trigonirhynchia ventricosa* (Alekseeva), *Glossinulinirhynchia venusta* Baranov, *T. jurata* Baranov, *Spinatrypa* (*Isospinatrypa*) *echinata* Baranov, *Ludmilispirifer irregularis* (Nalivkin) и др. Они имеют среднюю и низкую численность и плотность. Оптимальная стадия отсутствует. Для климаксовой стадии характерно наличие монотаксонных ассоциаций *Schizophoria grande* Baranov, *Svetlania rara* Baranov и др. со средней и низкой численностью и плотностью.

Начало пионерной стадии пятого, раннеэпмского, этапа представлено политаксонной ассоциацией брахиопод. В Селенняхском кряже брахиоподы образуют линзовидные ракушечниковые банки, залегающие в основании Белогорского биогермного массива (Баранов, 2007). Это, пожалуй, единственный стратиграфический уровень, на котором наблюдается ассоциация брахиопод-рифоллюбов, в которой доминирует *Sibirirhynchia alata* (Khodalevich). Остальные виды (*Vagrana kolyemensis* (Nalivkin), *V. intermediafera* (Khodalevich), *Desquamatia* (*Desquamatia*) *totaensis* (Khodalevich) и *Carinatina arimaspa* (Eichwald) и др.) являются субдоминантами. Оптимальная стадия соответствует фазе *inversus*. К субдоминантным видам здесь относятся только ортиды (*Schizophoria grande* Baranov, *Hypsomionia sinsera* Baranov) и представители семейства *Ambocoellidae* (*Gerospirifer normalis* Baranov). Для популяций этих видов характерна низкая численность и плотность.

В начале пионерной стадии шестого эоцикла позднеэпмского этапа мелкий шельф оккупировался пионерной ассоциацией брахиопод, в которой доминировали *Alekseevaella sulcata* Baranov. Популяции этого вида характеризуются высокой и средней плотностью и численностью, значительным варьированием признаков внешнего строения раковин. К видам-субдоминантам относятся *Linguopugnoides paulus* Tjazheva, *Atrypa* (*Planatrypa*) *nikolaevi* Rzonnsnitskaya, *Nucleospira rotunda* Alkhovik et Baranov и др. Далее в разрезе наблюдается частая смена ассоциаций брахиопод, в качестве видов-доминантов здесь выступают *Chalimochonetes attenuatus* Baranov, *Gypidula indigirica* Sidjachenko, *Desquamatia* (*Desquamatia*) *eximia* Baranov, *Spinatrypa* (*Isospinatrypa*) *spinosaeformis* (Khodalevich), а виды-субдоминанты представлены *Yakutostrophia undata* Manankov, *Cymostrophia* (?) *proxima* Manankov, *Alekseevaella salagaensis* Rzonnsnitskaya, *Spinatrypa* (*Isospinatrypa*) *echinata* Baranov и др. Их популяции характеризуются высокой и средней численностью и плотностью. В конце пионерной стадии на прибрежном мелководье доминировала монотаксонная ассоциация крупных толстостенных представителей *Elythyna salairica* Rzonnsnitskaya. На оптимальной стадии она замещалась политаксонной ассоциацией, в которой продолжали доминировать *E. salairica*, а среди видов-субдоминантов появлялись *Hypsomionia sinsera* Baranov, *Atrypa* (*Atrypa*) *dathnensis* Baranov, *Calceolospirifer frequens* Avdeeva et Baranov и др. Как правило, для популяций *E. salairica* характерна высокая численность и плотность, широкие пределы изменчивости внешнего строения раковин. Представители этого вида широко расселились и в позднеэпмских морских бассейнах, окружавших Сибирскую платформу и располагавшихся на территории Монголии (Ржонсницкая, 1952;

Ярус	Подъярус	Стандартная конodontовая шкала	Табуляты		Ругозы		Брахиподы		Конодонты		Общая количественная характеристика	Полигрупповые лонны
			Лона	Количественная характеристика	Лона	Количественная характеристика	Зона	Количественная характеристика				
Эмский	Верхний	patulus	$K_0 = \frac{0}{10} = 0$, $\Sigma_{sp} = 10$, $T_{sp} = 10$	Лона	Количественная характеристика	Лона	Количественная характеристика	Зона	Количественная характеристика	$K_0 = \frac{7n+4u}{21} = 0.52$, $\Sigma_{sp} = 17$, $T_{sp} = 10$	$K_0 = \frac{9n+22u}{100} = 0.31$, $\Sigma_{sp} = 78$, $T_{sp} = 69$	Polygnathus serotinus-Alveolites polenowi, Alveolites figuratus-Bensonasraea emendata, Digonophyllum lissingense-Elythya salatica, Alekseevella sulcata
		serotinus	$K_0 = \frac{4n+13u}{23} = 0.74$, $\Sigma_{sp} = 10$, $T_{sp} = 6$	Bensonasraea emendata, Digonophyllum lissingense	$K_0 = \frac{0}{17} = 0$, $\Sigma_{sp} = 17$, $T_{sp} = 17$	Elythya salatica, Alekseevella sulcata	serotinus	$K_0 = \frac{4n+4u}{18} = 0.44$, $\Sigma_{sp} = 14$, $T_{sp} = 10$	$K_0 = \frac{40n+26u}{117} = 0.56$, $\Sigma_{sp} = 91$, $T_{sp} = 51$			
	inversus	$K_0 = \frac{0}{19} = 0$, $\Sigma_{sp} = 19$, $T_{sp} = 19$	Scalopora clara	$K_0 = \frac{0}{15} = 0$, $\Sigma_{sp} = 15$, $T_{sp} = 15$	Sibirrhynchia alata, Yanechia limata	inversus	$K_0 = \frac{6n+7u}{21} = 0.62$, $\Sigma_{sp} = 14$, $T_{sp} = 8$	$K_0 = \frac{10n+19u}{96} = 0.3$, $\Sigma_{sp} = 77$, $T_{sp} = 67$				
	nothoperbodus excavatus	$K_0 = \frac{0}{19} = 0$, $\Sigma_{sp} = 19$, $T_{sp} = 19$	Scalopora clara	$K_0 = \frac{0}{15} = 0$, $\Sigma_{sp} = 15$, $T_{sp} = 15$	Sibirrhynchia alata, Yanechia limata	excavatus	$K_0 = \frac{5n+1u}{16} = 0.38$, $\Sigma_{sp} = 15$, $T_{sp} = 10$	$K_0 = \frac{33n+6u}{92} = 0.42$, $\Sigma_{sp} = 86$, $T_{sp} = 58$				
Пижакский	Верхний	kitabicus	$K_0 = \frac{9n+4u}{23} = 0.57$, $\Sigma_{sp} = 19$, $T_{sp} = 10$	Embolophyllum grande	$K_0 = \frac{5n+7u}{22} = 0.55$, $\Sigma_{sp} = 15$, $T_{sp} = 10$	Mariaella graciosa, Yanechia delecta	Kitabicus	$K_0 = \frac{6n+3u}{14} = 0.64$, $\Sigma_{sp} = 11$, $T_{sp} = 5$	$K_0 = \frac{26n+26u}{90} = 0.58$, $\Sigma_{sp} = 64$, $T_{sp} = 38$			
		pireneae	$K_0 = \frac{5n+2u}{16} = 0.44$, $\Sigma_{sp} = 14$, $T_{sp} = 9$	Embolophyllum grande	$K_0 = \frac{5n+0u}{17} = 0.29$, $\Sigma_{sp} = 17$, $T_{sp} = 12$	Trigonorrhynchia ventricosa	pireneae	$K_0 = \frac{0}{8} = 0$, $\Sigma_{sp} = 8$, $T_{sp} = 8$	$K_0 = \frac{32n+6u}{70} = 0.54$, $\Sigma_{sp} = 64$, $T_{sp} = 32$			
	Нижний	kindlei	$K_0 = \frac{6n+5u}{16} = 0.69$, $\Sigma_{sp} = 11$, $T_{sp} = 5$	Pseudomplexus alataeus	$K_0 = \frac{0}{2} = 0$, $\Sigma_{sp} = 2$, $T_{sp} = 2$	Gracilochinchia sinuata	kindlei	$K_0 = \frac{4n+2u}{10} = 0.6$, $\Sigma_{sp} = 8$, $T_{sp} = 4$	$K_0 = \frac{15n+20u}{48} = 0.73$, $\Sigma_{sp} = 38$, $T_{sp} = 23$			
		sulcatus	$K_0 = \frac{1n+9u}{19} = 0.53$, $\Sigma_{sp} = 10$, $T_{sp} = 9$	Pseudomplexus alataeus	$K_0 = \frac{0}{12} = 0$, $\Sigma_{sp} = 2$, $T_{sp} = 2$	Innaechia retracta, Howittia	sulcatus	$K_0 = \frac{3n+10u}{16} = 0.8$, $\Sigma_{sp} = 6$, $T_{sp} = 3$	$K_0 = \frac{15n+38u}{81} = 0.65$, $\Sigma_{sp} = 43$, $T_{sp} = 28$			
Лохковский	Верхний	pesavis deltaeurekaensis	$K_0 = \frac{14n+3u}{21} = 0.81$, $\Sigma_{sp} = 18$, $T_{sp} = 4$	Embolophyllum grande	$K_0 = \frac{12n+0u}{12} = 1$, $\Sigma_{sp} = 12$, $T_{sp} = 0$	Suicostola tichensis, Howellella prima	repitius	$K_0 = \frac{6n+6u}{19} = 0.63$, $\Sigma_{sp} = 13$, $T_{sp} = 7$	$K_0 = \frac{53n+9u}{75} = 0.83$, $\Sigma_{sp} = 66$, $T_{sp} = 13$			
		woschmidti	$K_0 = \frac{6n+0u}{7} = 0.86$, $\Sigma_{sp} = 7$, $T_{sp} = 1$	Embolophyllum grande	$K_0 = \frac{0}{12} = 0$, $\Sigma_{sp} = 2$, $T_{sp} = 2$	Innaechia retracta, Howittia	repitius	$K_0 = \frac{6n+11u}{24} = 0.71$, $\Sigma_{sp} = 13$, $T_{sp} = 7$	$K_0 = \frac{12n+19u}{41} = 0.76$, $\Sigma_{sp} = 22$, $T_{sp} = 10$			
	Нижний	ozarkodinaeosteinhor-nensis	$K_0 = \frac{1n+0u}{1} = 1$, $\Sigma_{sp} = 1$, $T_{sp} = 0$	Embolophyllum grande	$K_0 = \frac{0}{12} = 0$, $\Sigma_{sp} = 2$, $T_{sp} = 2$	Innaechia retracta, Howittia	repitius	$K_0 = \frac{14n+6u}{24} = 0.86$, $\Sigma_{sp} = 18$, $T_{sp} = 4$	$K_0 = \frac{25n+8u}{37} = 0.89$, $\Sigma_{sp} = 29$, $T_{sp} = 4$			
		ozarkodinaeosteinhor-nensis	$K_0 = \frac{0}{2} = 0.5$, $\Sigma_{sp} = 2$, $T_{sp} = 1$	Embolophyllum grande	$K_0 = \frac{0}{12} = 0$, $\Sigma_{sp} = 2$, $T_{sp} = 2$	Innaechia retracta, Howittia	repitius	$K_0 = \frac{0}{1} = 0$, $\Sigma_{sp} = 1$, $T_{sp} = 1$	$K_0 = \frac{0}{3} = 0$, $\Sigma_{sp} = 3$, $T_{sp} = 2$			
Пижалоцкий	Нижний	hillaspica	$K_0 = \frac{1n+0u}{2} = 0.5$, $\Sigma_{sp} = 2$, $T_{sp} = 1$	Embolophyllum grande	$K_0 = \frac{2n+0u}{2} = 1$, $\Sigma_{sp} = 2$, $T_{sp} = 0$	Atrypoida phoca, Coliarothyris canaliculata	hillaspica	$K_0 = \frac{10n+0u}{10} = 1$, $\Sigma_{sp} = 10$, $T_{sp} = 0$	$K_0 = \frac{13n+0u}{14} = 0.93$, $\Sigma_{sp} = 14$, $T_{sp} = 1$			
		hillaspica	$K_0 = \frac{0}{2} = 0.5$, $\Sigma_{sp} = 2$, $T_{sp} = 1$	Embolophyllum grande	$K_0 = \frac{2n+0u}{2} = 1$, $\Sigma_{sp} = 2$, $T_{sp} = 0$	Atrypoida phoca, Coliarothyris canaliculata	hillaspica	$K_0 = \frac{0}{1} = 0$, $\Sigma_{sp} = 1$, $T_{sp} = 1$	$K_0 = \frac{0}{3} = 0$, $\Sigma_{sp} = 3$, $T_{sp} = 2$			

Афанасьева и др., 2003). Климатская стадия не выражена.

Конодонты. Пионерная стадия первого, пржидольского, этапа характеризуется доминированием *Ozarkodina confluens geniata* (Baranov). Этот подвид широко расселился на мелководных шельфах севера Евразии (Машкова, 1970; Вийра, 1983; Баранов, 1992). Последние его находки известны из базальных слоев нижнего девона. Виды-субдоминанты представлены *Acodina plicata* Carls et Gandl, *Ozarkodina typica* (Branson et Mehl), *O. salopina* Rhodes, *Pelekysgnathus index* Klapper et Murphу и др. Оптимальная стадия отсутствует, а в интервале разреза, соответствующего климатской стадии, конодонты не обнаружены.

Пионерная стадия второго, лохковского, этапа представлена политаксонной ассоциацией конодонтов. Доминирующие виды включают стержневидные конодонтофориды *Panderodus unicastatus* (Branson et Mehl) и *P. simplex* (Branson et Mehl). Остальные виды (*Acodina plicata* Carls et Gandl, *Ozarkodina remscheidensis* Ziegler, *Oz. laminiforma* Baranov, *Pandorinellina philipi* (Klapper) и др.) относятся к субдоминантным. Оптимальная стадия отсутствует. На климатской стадии продолжают доминировать *Panderodus unicastatus* и *P. simplex*. В конце стадии среди доминирующих видов появляются *Ozarkodina laminiforma* Baranov и *Pandorinellina philipi* Klapper. Остальные виды (*Gagievodus primus* (Baranov), *Pelekysgnathus fedotovi* Sobolev и др.) относятся к субдоминантам.

На пионерной стадии третьего, раннепражского, этапа в поливидовых ассоциациях продолжают доминировать стержневидные конодонтофориды *Acodina plicata* и *Panderodus unicastatus*, в качестве доминантов выступают также виды *Gagievodus marinae* (Tarabukin) и *Pandorinellina philipi* (Klapper), а остальные виды (*Rotundoacodina elegans* Carls et Gandl, *Neopriniodus bicurvatus* (Branson et Mehl), *Ozarkodina inverteata* Baranov и др.) относятся к субдоминантам. Оптимальная стадия отсутствует. На климатской стадии в поливидовых ассоциациях продолжают доминировать *Acodina plicata*, *Panderodus unicastatus* и *Pandorinellina philipi*, а также *Pandorinellina miae* (Bultynck). К субдоминантным видам относятся *Vjaloviodus proavusus* (Sobolev), *Eognathodus sulcatus kindlei* Lane et Ormiston и др.

Пионерная стадия четвертого, позднепражско-раннеэмского, этапа характеризуется доминированием представителей рода *Polygnathus*

(*Po. kitabicus* Yolkin et al. и *Po. excavatus* Carls et Gandl), а также *Latericriodus sigmoidalis* Carls et Gandl, *Sannemania glenisteri* (Klapper) и *Pandorinellina philipi* (Klapper). Остальные виды (*Belodella devonica* (Stauffer), *Panderodus unicastatus* (Branson et Mehl), *Vjaloviodus taimyricus* (Kuzmin) и др.) являются субдоминантами. На оптимальной стадии развития продолжают доминировать полигнатиды – *Polygnathus inversus* Klapper et Johnson. Остальные виды (*Sannemania glenisteri* (Klapper) и др.) являются субдоминантами.

На пионерной стадии пятого, позднеэмского, этапа в поливидовых ассоциациях доминируют представители *Sannemania glenisteri* (Klapper), а виды *B. devonica* (Stauffer), *B. resima* (Phillip), *B. triangularis* (Stauffer), *Polygnathus serotinus* Telford, *Pandorinellina expansa* Uyeno и др. являются субдоминантами. Оптимальная стадия характеризуется доминированием белоделл: *Belodella triangularis* (Stauffer), *B. devonica* (Stauffer) и *B. resima* (Phillip). Субдоминанты представлены полигнатидами: *Polygnathus inflexus* Baranov, *Po. cuneatus* Baranov, *Po. costatus patulus* Klapper и др. Климатская стадия отсутствует.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что экосистемы находились в подвижно-равновесном состоянии несколько миллионов лет, от полувека (табуляты, брахиоподы, конодонты) до двух веков (ругозы), и в большинстве случаев не проходили полный цикл развития. Как правило, у них одна из стадий развития экосистем – оптимальная или климатская (у ругоз – пионерная) – отсутствует. Это обусловлено внешними причинами: эвстатическими колебаниями уровня морского бассейна, приводящими к смене биотопов, и климатическими флуктуациями. Анализ этапности и стадийности показал, что количество и возрастной объем этапов в изученных группах фауны не совпадают, значительно чаще наблюдается совпадение границ одноименных и (или) разноименных стадий разных этапов.

Метахронность развития разных групп фауны в пределах одного бассейна позволяет рассматривать каждую из них в качестве открытой динамической биологической системы, развитие которой происходит путем смены одного подвижно-равновесного состояния другим. Характер и масштабность события определяются изменением видового состава комплекса на границах моногрупповых зон. Степень связи двух последовательных состояний системы количественно выражает-

Рис. 6. Количественная характеристика видовых зональных комплексов.

K_0 – коэффициент обновления видового состава комплекса на нижней границе лоны/зоны; n – количество видов, появляющихся на этой границе; u – количество видов, исчезающих на этой границе; Σ_{sp} – количество видов в зональном комплексе; T_{sp} – количество транзитных видов в зональном комплексе.

ся значением коэффициента обновления видового состава зонального комплекса (K_0) (рис. 6):

$$K_0 = \frac{\sum n + \sum u}{\sum A + B},$$

где n – количество видов, появившихся на нижней границе; u – количество видов, исчезнувших на этом уровне; A – количество видов в нижнем комплексе и B – количество видов в верхнем комплексе. Чем выше значение K_0 , тем ниже степень взаимосвязи между двумя последовательными состояниями системы и тем выше ранг анализируемой границы. Нулевое значение свидетельствует о том, что в данный момент система находилась в подвижно-равновесном состоянии и в ней не происходило каких-либо изменений. Предельно высокое значение K_0 , равное 1.0, указывает на полное отсутствие связи между двумя последовательными состояниями системы, что обычно обусловлено изменением градиента одного или нескольких абиотических факторов, приводящим к миграции или вымиранию сообщества.

Сравнительный анализ изменения значений K_0 на границах моногрупповых зон показал, что системные перестройки, последовательно происходившие в позднем силуре и раннем девоне: а) в каждой группе фауны имели разный масштаб; б) в разных группах фауны были как синхронными, так и асинхронными; в) даже в тех случаях, когда они были синхронными, они имели разный масштаб. Таким образом, разномасштабность системных перестроек в каждой из групп фауны не позволяет однозначно провести ранжирование границ. Выход видится в создании полигрупповой комплексной зональной схемы, отражающей этапы развития не одной группы фауны, а биоты в целом, но разработка такой схемы, включающей все компоненты биоты, невозможна. Эта проблема решается при помощи выборочного метода (Лакин, 1980). Использование малых выборок (несколько групп фауны) позволяет проанализировать всю биоту (генеральную совокупность), причем в статистическом аспекте такие группы фауны, как табуляты, ругозы, брахиоподы и конодонты, выбраны случайно, поскольку они достаточно детально и относительно равномерно изучены в регионе. Эти четыре группы фауны послужили основой для создания полигрупповой зональной схемы верхнего силура и нижнего девона Северо-Востока Азиатского континента (Альховик, Баранов, 2001б, 2002а). Было проанализировано двенадцать стратиграфических уровней, соответствующих границам моногрупповых зон. Оказалось, что только на десяти из них происходят статистически значимые ($K_0 = 0.54-1.0$) перестройки в составе и структуре избранной части биоты. Эти событийные уровни рассматриваются

в качестве границ полигрупповых комплексных зон. Они фиксируют границы четко различающихся этапов развития позднесилурийской и раннедевонской биот данного бассейна, прослеживаются на всей территории Северо-Востока Азии и могут быть использованы в качестве границ горизонтов. Слабая преемственность между горизонтами нижнего девона, выражающаяся в относительном уменьшении значения K_0 , обусловленном наличием довольно большого количества общих видов, позволила сгруппировать их в надгоризонты (Альховик, Баранов, 2001б).

ВЫВОДЫ

1. Пржидольско-эйфельский мегацикл на территории Северо-Востока Азии представлен пятью макроциклитами: пржидольским, лохковским, нижнепражским, верхнепражским и эмс-эйфельским, в каждом из которых выделяются трансгрессивная и регрессивная компоненты.

2. Применение методов экоциклического, количественной оценки комплексов фауны и выборочного позволило выявить десять уровней, на которых происходили масштабные перестройки в составе и структуре позднесилурийской и раннедевонской биоты палеобассейна, располагавшегося на территории Северо-Востока Азии. Они объединяются попарно с пятью максимумами, характеризующимися наиболее высокими значениями коэффициента обновления видового состава зонального комплекса. Эти уровни совпадают с границами макроциклитов и прослеживаются по всему бассейну седиментации.

Работа поддержана грантом РФФИ 09-05-98518-р_восток_a.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алексеева Р.Е., Сидяченко А.И., Баранов В.В. и др. Атлас девонских брахиопод северо-востока России. М.: Наука, 1996. 227 с.
- Альховик Т.С., Баранов В.В. Стратиграфия нижнедевонских отложений Селенняхского кряжа и хребта Улахан-Сис. М.: ВИНТИ, 1984а. № 904–84. Деп. 12 с.
- Альховик Т.С., Баранов В.В. Стратиграфия нижнедевонских отложений хребтов Тас-Хаяхта и Чималгинского (северо-восток СССР) // Геология и геофизика. 1984б. № 4. С. 13–19.
- Альховик Т.С., Баранов В.В. Стратиграфия силурийских отложений северо-восточной Якутии // Геология и рудоносность Якутии. Якутск: Изд-во ЯГУ, 1989. С. 105–111.
- Альховик Т.С., Баранов В.В. Стратиграфия верхнего силура и нижнего девона восточной Якутии // Региональная геология и полезные ископаемые Якутии. Якутск: Изд-во ЯГУ, 1992. С. 23–37.

- Альховик Т.С., Баранов В.В. Районирование и фациальная зональность нижнедевонских отложений севера Восточной Якутии // *Отечеств. геология*. 1998. № 6. С. 21–25.
- Альховик Т.С., Баранов В.В. Силур севера восточной Якутии (районирование, стратиграфия, стратотипы свит) // *Вестн. Госкомгеологии*. 2001а. № 1. С. 91–101.
- Альховик Т.С., Баранов В.В. Стратиграфия нижнего девона восточной Якутии (северо-восток России). Якутск: ЯФ Изд-ва СО РАН, 2001б. 149 с.
- Альховик Т.С., Баранов В.В. Стратиграфия силура и девона Восточной Якутии (Северо-Восток России). М.: ВИНТИ, 2002а. № 41-В2002. Деп. 211 с.
- Альховик Т.С., Баранов В.В. О модулярной организации фауны // *Отечеств. геология*. 2002б. № 4. С. 62–65.
- Альховик Т.С., Баранов В.В. Раннедевонские табуляты, брахиоподы и конодонты северо-востока России. М.: ВИНТИ, 2004. № 1620-В2004. Деп. 471 с.
- Альховик Т.С., Ивановский А.Б. Кораллы и биостратиграфия нижнего девона северо-восточной Якутии. М.: Наука, 1988. 95 с.
- Артошников В.Е., Чехович Н.А. Восточно-Сибирский осадочный бассейн в силуре. Отсутствие быстрых флуктуаций Мирового океана // *Докл. АН*. 2000. Т. 372. № 6. С. 789–793.
- Афанасьева Г.А., Алексеева Р.Е., Грунт Т.А. и др. Палеонтология Монголии. Брахиоподы. М.: Наука, 2003. 254 с.
- Баранов В.В. Новые позднесилурийские и раннедевонские конодонты Северо-Востока СССР // *Палеонтол. журн.* 1992. № 1. С. 129–133.
- Баранов В.В. Нижний девон северо-востока Азии (брахиоподы, конодонты, стратиграфическая схема) // Автореф. дисс. ... докт. геол.-мин. наук. СПб: ИГАБМ СО РАН, 2004. 36 с.
- Баранов В.В. Рифовые системы в позднем силуре и раннем девоне Северо-Востока Азии // *Отечеств. геол.* 2007. № 5. С. 43–49.
- Баранов В.В., Альховик Т.С. Конодонты родов *Gagievodus* Baranov et Alkhovik и *Vjaloviodus* Gagiev в нижнем девоне Северо-Востока Азии // *Отечеств. геол.* 2003. № 6. С. 92–96.
- Баранов В.В., Альховик Т.С. Конодонты родов *Amydrotaxis* Klapper et Murphy и *Gigantolus* Baranov в нижнем девоне Северо-Востока России // *Отечеств. геол.* 2005. № 5. С. 97–101.
- Баранов В.В., Альховик Т.С. Пржидольские брахиоподы северо-востока Азии и их палеобиогеографическое значение // *Отечеств. геол.* 2006. № 5. С. 110–116.
- Вийра В. Спатогнадусы (конодонты) верхнего силура Эстонии // *Палеонтология древнего палеозоя Прибалтики и Подолии*. Таллин: РИО АН ЭССР, 1983. С. 41–71.
- Девонские ругозы Таймыро-Колымской провинции. М.: Наука, 1975. 70 с.
- Дубатов В.Н. Табуляты и биостратиграфия нижнего девона северо-востока СССР. М.: Наука, 1969. 176 с.
- Дубатов В.Н. Зоогеография девонских морей Евразии. М.: Наука, 1972. 128 с.
- Зубаков В.А. Ритмостратиграфические подразделения. Проект дополнения к “Стратиграфическому кодексу СССР”. Л.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1978. 71 с.
- Карагодин Ю.Н. Ритмичность осадконакопления и нефтегазоносности. М.: Наука, 1974. 177 с.
- Карагодин Ю.Н. Седиментационная цикличность. М.: Недра, 1980. 242 с.
- Карагодин Ю.Н. Региональная геология. М.: Недра, 1985. 179 с.
- Кульков Н.П., Перегоедов Л.Г. Тип *Brachiopoda* // Стратиграфия палеозойских отложений юго-востока Западно-Сибирской плиты. Новосибирск: Наука, 1990. С. 70–106.
- Курушин Н.И. Триасовые двустворчатые моллюски северо-восточной Азии (морфология, система, биостратиграфия, палеоэкология, палеобиогеография) // Автореф. дисс. ... докт. геол.-мин. наук. Новосибирск: ИГиГ СО РАН, 1998. 45 с.
- Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1980. 291 с.
- Леонов Г.П. Основы стратиграфии. Т. 2. Москва: Изд-во МГУ, 1974. 485 с.
- Лопушинская Т.В., Советов Ю.К. Силурийские отложения р. Кунтыкахи // Новые данные по биостратиграфии нижнего палеозоя Сибирской платформы. М.: Наука, 1967. С. 144–154.
- Машикова Т.В. Конодонты биозоны *Spatognathodus steinchorhensis* острова Вайгач // Стратиграфия и фауна силурийских отложений острова Вайгача. Л.: НИИ-ГА, 1970. С. 210–234.
- Матухин Р.Г., Меннер В.В., Соколов П.Н., Решетняк Д.Р. Стратиграфическая основа девонской системы Сибирской платформы. Новосибирск: СНИИГ-ГиМС, 1995. 80 с.
- Орадовская М.М. Биостратиграфия и фации ордовика–силура Северо-Востока СССР. М.: Недра, 1988. 160 с.
- Преображенский Б.В., Преображенская Т.В. Экостратиграфия и казуальное стратиграфическое время // Проблемы времени в геологии. Владивосток: РИО ДВНЦ, 1979. С. 70–71.
- Ржонсницкая М.А. Спирифериды девонских отложений окраин Кузнецкого бассейна. М.: Госгеолиздат, 1952. 177 с.
- Симаков К.В. Расчленение и корреляция верхнефранских и нижнетурнейских отложений Омолонского массива по брахиоподам // Путеводитель научной экскурсии по туру IX (приложение № 8). Магадан: Магаданское кн. изд-во, 1979. С. 215–245.
- Симаков К.В. Опорные разрезы и биостратиграфия пограничных отложений девона и карбона Западной Европы. М.: Наука, 1985. 248 с.

Стратиграфия и фауна нижнедевонских отложений тарейского опорного разреза (Таймыр). СПб: Недра, 1994. 245 с.

Тесаков Ю.И. Стратиграфо-формационная структура силурийской системы Восточной Сибири // Геология и геофизика. 2004. Т. 45. № 8. С. 937–955.

Тесаков Ю.И., Шпунт Б.Р. Стратиграфия ордовикских и силурийских отложений междуречья Оленека и Моркоки (Сибирская платформа) // Новые данные по биостратиграфии нижнего палеозоя Сибирской платформы. М.: Наука, 1967. С. 75–85.

Тесаков Ю.И., Предтеченский Н.Н., Базаров Л.С. и др. Силур Сибирской платформы. Новые региональные и местные стратиграфические подразделения. Новосибирск: Наука, 1979. 120 с.

Тихомиров С.В. Этапы осадконакопления девона Русской платформы. М.: Недра, 1967. 300 с.

Шаркова Т.Т. Силурийские и девонские табуляты Монголии. М.: Наука, 1981. 104 с.

Рецензенты В.Г. Ганелин, М.А. Ахметьев