

**КРЕМНИСТО-ГЛИНИСТЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ЮРСКОЙ АККРЕЦИОННОЙ ПРИЗМЫ
ХР. ХЕХЦИР, СИХОТЭ-АЛИНЬ: СТРАТИГРАФИЯ И ГЕНЕЗИС**

А.Н. Филиппов, И.В. Кемкин

Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток

Приведены результаты литолого-стратиграфического изучения кремнисто-глинистых отложений Хабаровского террейна юрской аккреционной призмы в западных отрогах хр. Бол. Хехцир на правобережье р. Усури (Усуро-Хехцирский разрез). Установлено, два типа разреза, отличающихся составом, возрастом и происхождением. В северном фрагменте это среднебайосские красно-коричневые кремнистые туфоалевроаргиллиты и оливково-серые алевроаргиллиты, которые накапливались в гемипелагической области под влиянием континентальных источников сноса. В южной части разреза развиты раннебатские оливково-серые кремнистые аргиллиты, аргиллиты и желтовато-коричневые туфоаргиллиты. Они формировались на значительном удалении от континента под толщей воды с высоким содержанием радиоляриевых планктона. Показано, что эти породы – элементы двух тектоно-стратиграфических комплексов, отражающих различные этапы становления аккреционной призмы.

Ключевые слова: кремнисто-глинистые отложения, радиолярии, аккреционная призма, юра, Сихотэ-Алинь.

ВВЕДЕНИЕ

На восточной окраине Азии широко распространены структурно-вещественные комплексы или террейны юрской* аккреционной призмы. Она формировалась в течение 70 млн лет при субдукции океанических плит Палеоокеаники (океана Панталасса) и занимает ключевое положение в геодинамических построениях [6, 11, 12, 17, 24, 25, 30, 36, 44, 57 и др.]. Ее выходы прослеживаются на расстояние более 5000 км от левобережья нижнего течения р. Амур на севере через Сихотэ-Алинь, Японские острова, островную систему Рюкю, о. Тайвань до о. Палаван (Филиппины) на юге (рис. 1А). Для реконструкции последовательности формирования аккреционной призмы и выяснения особенностей процесса аккреции важно изучение ее структуры, расчленение на отдельные тектоно-стратиграфические единицы и их корреляция в различных террейнах. Это также необходимо в связи с тем, что, по мнению ряда исследо-

вателей, постааккреционные дислокации значительно усложнили первичную тектоническую зональность призмы и привели к перемещению некоторых ее фрагментов с мест образования на значительные расстояния [17, 30, 49]. Информация о возрасте аккрецированных палеоокеанических фрагментов, составе и строении юрской аккреционной призмы, которая позволяет расчленять ее на тектоно-стратиграфические единицы, в достаточном количестве получена для ее центральной части (южный Сихотэ-Алинь, Япония) и южного фланга (острова Рюкю, Филиппины) [9, 10, 47, 57]. Северный фрагмент: хр. Наданьхада-Алинь, Хабаровский и Баджалский террейны – изучен в этом отношении недостаточно.

Для аккреционных призм характерно широкое распространение чешуйчато-надвиговых дислокаций, присутствие меланжа, офиолитов, а также пакетов тектонических пластин с фрагментами осадочного чехла океанической плиты. Для них реконструируется определенная последовательность, получившая название “oceanic plate stratigraphy” [29]. Последняя – наиболее важная особенность древних аккреционных призм [33, 39, 40, 56]. В юрской аккреционной призме она обычно состоит (снизу – вверх) из пелагических кремней, гемипелагических кремнисто-глинистых пород, терригенных алевролитов и песчаников приконтинентальной области седиментации.

* “Юрской” аккреционная призма названа условно, для краткости, так как на некоторых участках континентальной окраины ее формирование началось в конце позднего триаса [34], а закончилось в берриасскую или, возможно, в валанжинскую эпоху раннего мела [22, 41, 54].

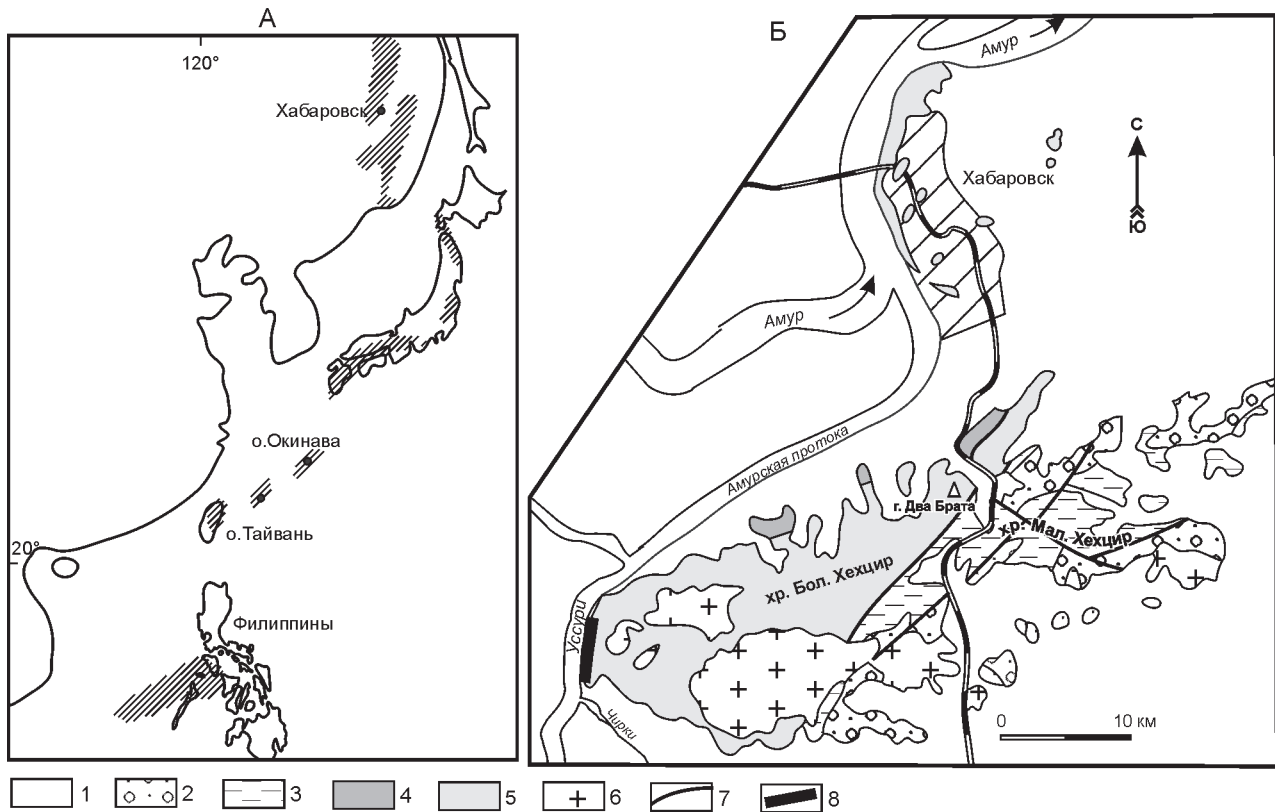


Рис. 1. А – Распространение фрагментов юрской аккреционной призмы (заштриховано) в Восточной Азии, по [36, 40, 57]. Б – Геологическая карта района г. Хабаровска и хребтов Большой и Малый Хехцир, по [14]. 1 – четвертичные отложения; 2–3 – терригенные отложения: 2 – апт-альбские, 3 – берриас(?)–валанжинские; 4–5 – вулканогенно-кремнево-терригенные образования аккреционного комплекса: 4 – пермские, 5 – триасово-юрские; 6 – граниты; 7 – разломы; 8 – изученный разрез по правому берегу р. Уссури ниже устья р. Чирки.

Считается, что такой вертикальный формационный ряд отражает историю осадконакопления на океанической коре от ее зарождения в спрединговом хребте до захоронения в зоне субдукции. В этом ряду весьма информативны гемипелагические отложения, представленные, как правило, кремнистыми аргиллитами, аргиллитами и алевроаргиллитами. Они часто содержат микрофауну (радиолярии) хорошей сохранности, а их возраст – индикатор времени подхода определенного участка океанической плиты к зоне конвергенции. Кроме того, вещественный состав гемипелагических отложений помогает прояснить особенности фациальных условий и тектонической обстановки зоны конвергенции. С их помощью в некоторых фрагментах юрской аккреционной призмы уже были выделены разновозрастные тектоно-стратиграфические единицы, реконструировано ее строение и последовательность формирования [9, 10, 47, 57].

В статье приведены результаты палеонтологических, литолого-стратиграфических исследований кремнисто-глинистых отложений в западных отрогах

хр. Бол. Хехцир на правобережье р. Уссури. Они позволили выделить среди них два типа, различающихся составом, возрастом и происхождением. Эти породы являются элементами тектоно-стратиграфических комплексов, отражающих различные этапы становления Хабаровского сегмента юрской аккреционной призмы.

РЕГИОНАЛЬНАЯ ТЕКТОНИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ И ПРЕДЫДУЩИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Район исследований (хр. Хехцир) А.И. Ханчук [23, 24] и И.В. Кемкин [11] относят к Хабаровскому террейну, который полосой шириной 100–130 км протягивается в северо-восточном направлении от долины р. Наолихэ на юге через хр. Хехцир, Хабаровские высоты до хребтов Вандан, Горбыляк и Сагдаян включительно на севере. С.В. Зябрев [8, 58] рассматривает его как юго-восточную, наиболее молодую часть Баджальского террейна юрского аккреционного комплекса. Б.А. Натальин [1, 17, 53] считает Баджальский террейн самостоятельной структурой,

отличающейся от юрских аккреционных комплексов Сихотэ-Алиня, а район исследования включает в состав хабаровского раннемелового аккреционного комплекса Хингано-Охотской активной континентальной окраины. Однако последние данные свидетельствуют о юрском возрасте хабаровского комплекса [32, 58], а сходство его состава и строения с Самаркинским террейном позволяют считать более обоснованной точку зрения, что это фрагмент северного фланга единой юрской аккреционной призмы [11, 33, 58].

Вулканоогенно-осадочные образования хр. Хехцир прежде относились к поздне триасово-раннеюрской краснореченской свите. Ее строение представлялось как неоднократное повторение слоев кремневых пород, терригенных отложений и основных вулканитов, а возраст определялся по фауне в известняках в районе г. Два Брата [5, 18]. Позднее в кремневых породах были найдены раннепермские и триасовые конодонты, триасовые и раннеюрские радиолярии, а отложения были расчленены на триасово-юрскую кремнистую толщу и юрско-раннемеловую толщу микститов, алевролитов, песчаников и основных вулканитов с аллохтонными пластинами пермских образований [3, 13, 27]. С.В. Зябрев [8] изучил эти отложения в обрывах правого берега р. Уссури и выделил тектонические пластины мощностью 10–100 м, разделенные зонами меланжа и сложенные кремневыми, кремнисто-глинистыми, обломочными породами и, в небольшом количестве, базальтами. Первичная последовательность напластования, реконструированная С.В. Зябровым [8] по взаимоотношениям между различными литологическими элементами, следующая (снизу – вверх): 1 – ленточные кремни (до 100 м); 2 – красно-бурые кремнистые алевропелиты (около 10 м); 3 – оливково-серые кремнистые алевропелиты (не более 100 м); 4 – кластические отложения (более 100 м). Возраст пород не был определен, но они сопоставлялись с отложениями такой же последовательности расположенного севернее хабаровского комплекса, где стратиграфическая позиция различных ее членов доказана датировками по радиоляриям и конодонтам [2, 3, 7, 13, 16, 27, 35, 55]. Нами установлен возраст кремнисто-глинистых пород этого разреза и уточнен их вещественный состав, что позволило внести коррективы в стратиграфию отложений и структуру района.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования были кремнисто-глинистые и вмещающие их породы в разрезе по обрывам правого берега р. Уссури ниже устья р. Чирки (здесь он назван Уссури-Хехцирским разрезом,

рис. 1Б). Условия залегания и структурно-текстурные особенности пород изучались в обнажениях, а также в шлифованных образцах. Для определения их возраста были отобраны пробы на радиолярии, которые выделялись слабым раствором плавиковой кислоты, отбирались из остатка и снимались на сканирующем электронном микроскопе. Вещественный состав пород определялся в шлифах с помощью поляризационного микроскопа. Были также сделаны химический анализ и анализ тяжелых минералов. Оксиды для валового химического состава определялись весовым химическим методом. Тяжелые минералы извлекались бромформом после дробления проб весом 0,2–1,0 кг до 0,25 мм и удаления фракции меньше 0,01 мм. Они определялись и подсчитывались в проходящем и поляризованном свете под микроскопом с помощью иммерсионных жидкостей. Химический состав некоторых тяжелых минералов определен на рентгеновском микроанализаторе JXA-8100 в ДВГИ ДВО РАН.

СТРАТИГРАФИЯ КРЕМНИСТО-ГЛИНИСТЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Кремнисто-глинистые породы в основном развиты в южной и северной частях Уссури-Хехцирского разреза (рис. 2).

Южный фрагмент. Здесь тектонические пластины различной мощности, сложенные кремневыми и глинистыми породами, меланжем с крупными линзами кремней и песчаников в алевропелитовом матриксе, образуют моноклинал, опрокинутую под крутыми углами на северо-запад (рис. 2Б). По условиям залегания и радиоляриевым датировкам реконструирована следующая последовательность (рис. 3; снизу-вверх):

1. Кремни зеленовато-серые и, реже, красно-бурые яшмы тонкоплитчатые (1–3 см) перекристаллизованные. Их взаимоотношение со слоем 2 не установлено 30 м
2. Яшмы глинистые красно-коричневые тонкоплитчатые. Контакт со слоем 3 тектонический 2 м
3. Кремни глинистые зеленовато-серые тонко- и среднеплитчатые (2–5 см) с прослоями до 2–3 см оливково-серых кремнистых аргиллитов. Верхняя часть слоя мощностью 1 м сложена чередованием слоев глинистых кремней (2–5 см) и кремнистых аргиллитов (3–7 см) 4 м
4. Аргиллиты кремнистые оливково-серые массивные 5 м
5. Аргиллиты оливково-серые слоистые. В средней части прослой (2 м) желтовато-коричневых туфоаргиллитов. Вверху (3 м) кремнистые аргиллиты 14 м

В слоях 2, 3, 4 и 5 найдены радиолярии (табл. 1; фототабл. 1). Глинистые яшмы слоя 2 содержат раннеаллен-среднебайосский комплекс радиолярий (обр. Чир-8). Нижняя возрастная граница соответствует времени первого появления *Parahsuum officerence*, а

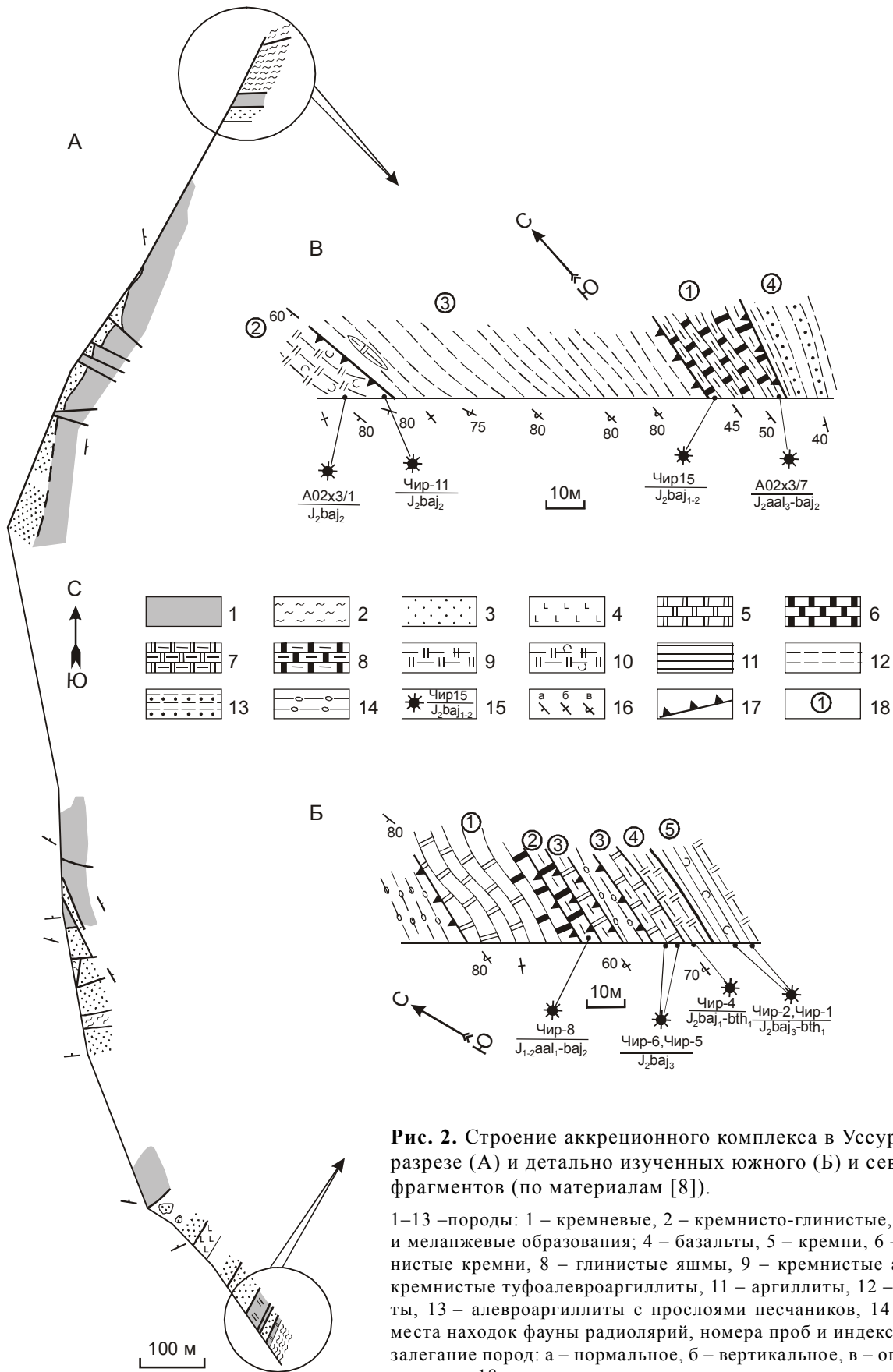


Рис. 2. Строение аккреционного комплекса в Уссури-Хехцирском разрезе (А) и детально изученных южного (Б) и северного (В) его фрагментов (по материалам [8]).

1–13 – породы: 1 – кремневые, 2 – кремнисто-глинистые, 3 – обломочные и меланжевые образования; 4 – базальты, 5 – кремни, 6 – яшмы, 7 – глинистые кремни, 8 – глинистые яшмы, 9 – кремнистые аргиллиты, 10 – кремнистые туфоалевроаргиллиты, 11 – аргиллиты, 12 – алевроаргиллиты, 13 – алевроаргиллиты с прослоями песчаников, 14 – меланж, 15 – места находок фауны радиолярий, номера проб и индексы возраста, 16 – залегание пород: а – нормальное, б – вертикальное, в – опрокинутое; 17 – разломы, 18 – номера слоев.

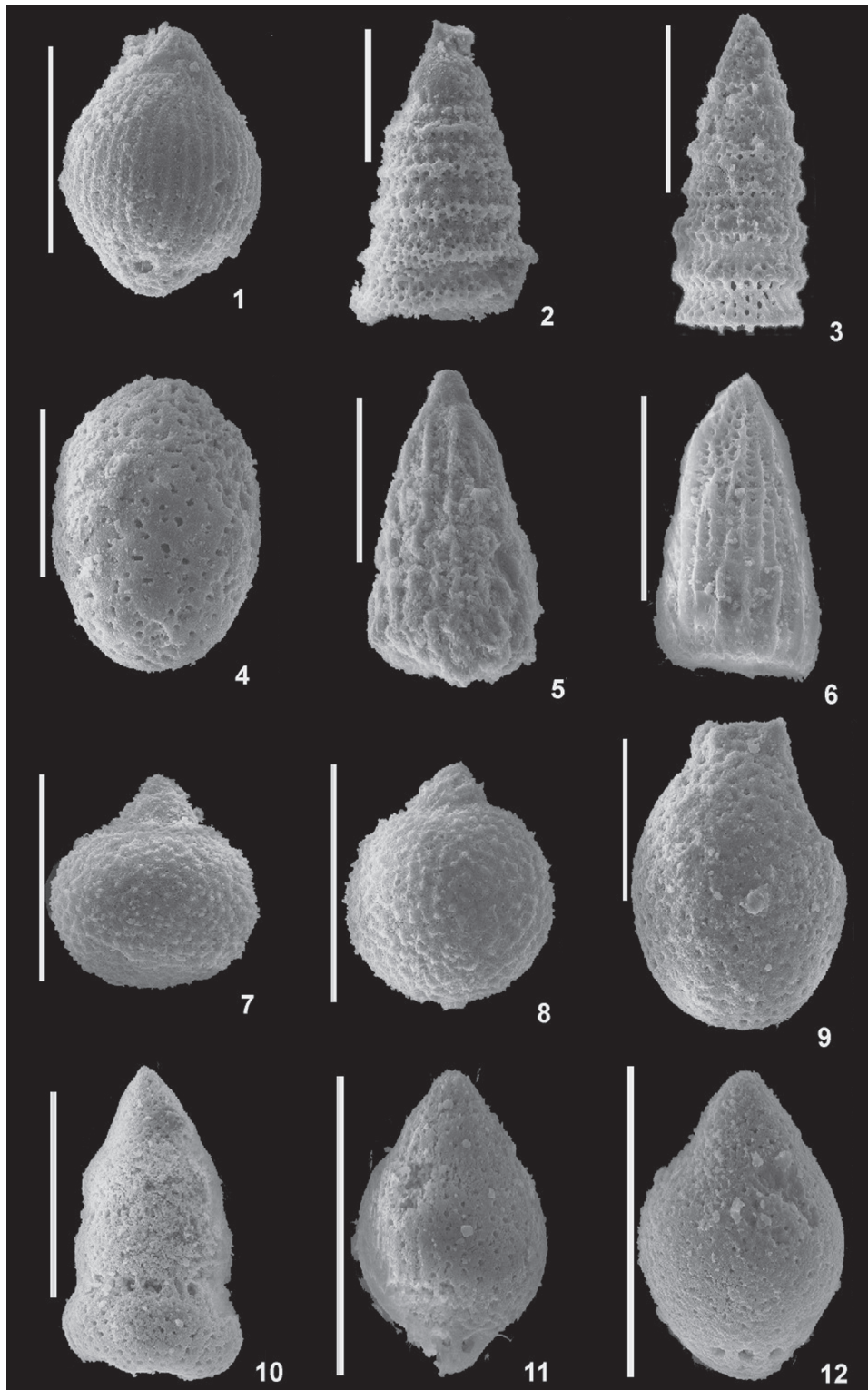
верхняя – последнему присутствию *Parahsuum grande* [28]. В глинистых кремнях слоя 3 выделены позднебайосские радиолярии (обр. Чир-5, Чир-6). Такой возраст определен по совместному нахождению *Triactoma blakei*, *Tricolocapsa conexa*, *Protunuma turbo*, *Tricolocapsa multispinosa*, первое появление которых отмечено в позднем байосе, и *Yamatoum spinosum*, *Unuma typicus*, *Eucyrtidiellum quinatum*, *Archicapsa pachyderma*, которые закончили свою эволюцию так-

же в позднем байосе [28, 42, 43, 51, 52]. А. Матсуока [43] и Ю. Нишизоно с соавторами [51] первое появление *Tricolocapsa conexa* относят на конец раннего бата. Однако совместное присутствие этого вида с вышеуказанными свидетельствует о более раннем его появлении. Кремнистые аргиллиты слоя 4 содержат радиолярии (обр. Чир-4), возрастной диапазон которых, по совместному нахождению *Stichocapsa japonica*, *Dictyomitrella kamoensis*, *Tricolocapsa fusiformis*,

Таблица 1. Радиолярии в кремневых и глинистых породах Усури-Хехцирского разреза.

Радиолярии	Образцы										
	Чир-1	Чир-2	Чир-4	Чир-5	Чир-6	Чир-8	Чир-10	Чир-11	Чир-15	A02X-3/1	A02X-3/7
<i>Archaeodictyomitra elliptica</i> Vishnevskaya	cf.				+						
<i>Archaeodictyomitra exigua</i> Blome	+	+		+	+		cf.	cf.		cf.	
<i>Archicapsa pachyderma</i> Tan Sin Hok	cf.	cf.		cf.	cf.		cf.	cf.	cf.	+	cf.
<i>Dictyomitrella kamoensis</i> Mizutani et Kido	+	+	+	+	+		+	+	+	+	
<i>Emiluvia premyogii</i> Baumgartner				cf.							
<i>Eucyrtidiellum nodosum</i> Wakita					+						
<i>Eucyrtidiellum pcticum</i> (Riedel et Sanfilippo)				+							
<i>Eucyrtidiellum quinatum</i> Takemura				+				cf.			+
<i>Eucyrtidiellum unumaense</i> Yao	+	+		+	+						
<i>Hsuum belliatulum</i> Pessagno et Whalen		+						+			
<i>Hsuum matsukakai</i> Isozaki et Matsuda								cf.			+
<i>Hsuum parasolense</i> Pessagno et Whalen								+		+	
<i>Laxtorum(?) jurassicum</i> Isozaki et Matsuda 1								+			+
<i>Parahsuum hiconocosta</i> Baumgartner et Dewever											+
<i>Parahsuum grande</i> Hori et Yao						+					+
<i>Parahsuum izeense</i> (Pessagno et Whalen)								+		+	
<i>Parahsuum levicostatum</i> Takemura											+
<i>Parahsuum officerence</i> (Pessagno et Whalen)	cf.					cf.	cf.	+			+
<i>Parvicingula dhimenaensis</i> s.l. Baumgartner		cf.		+			+	+		+	
<i>Parvicingula nanoconica</i> Hori et Otsuka											+
<i>Parvicingula omgoniensis</i> Vishnevskaya								+			
<i>Protunuma fusiformis</i> Ichikawa et Yao	+			+	+		+			+	
<i>Protunuma turbo</i> Matsuoka.		+		cf.	+		+				
<i>Sethocapsa funatoensis</i> Aita		+		+							
<i>Stichocapsa convexa</i> Yao	+			cf.				+		+	
<i>Stichocapsa cribata</i> Hinde	+			+							
<i>Stichocapsa japonica</i> Yao	+	+	+	+	+		+	+		+	
<i>Stichomittra mediocris</i> (Tan)		+		+							
<i>Stylocapsa testa</i> Matsuoka	cf..										
<i>Transhsuum brevicostatum</i> (Ozoldova)	+	+		+	+		+	+		+	
<i>Transhsuum hisuikyoense</i> (Isozaki et Matsuda)											+
<i>Transhsuum maxwelli</i> (Pessagno)	+	+		+	+		+	+		+	
<i>Transhsuum medium</i> Takemura						+					
<i>Triactoma blakei</i> (Pessagno)				cf.							
<i>Tricolocapsa conexa</i> Matsuoka	aff.	+		aff.							
<i>Tricolocapsa fusiformis</i> Yao	+	+	cf.	+	cf.		+	cf.			
<i>Tricolocapsa multispinosa</i> Sashida	+			cf.							
<i>Tricolocapsa plicarum</i> Yao.	+			+	+						
<i>Unuma echinatus</i> Ichikawa et Yao	cf.			cf.							
<i>Unuma typicus</i> Ichikawa et Yao				+						+	
<i>Yamatoum spinosum</i> Takemura		+		cf.							

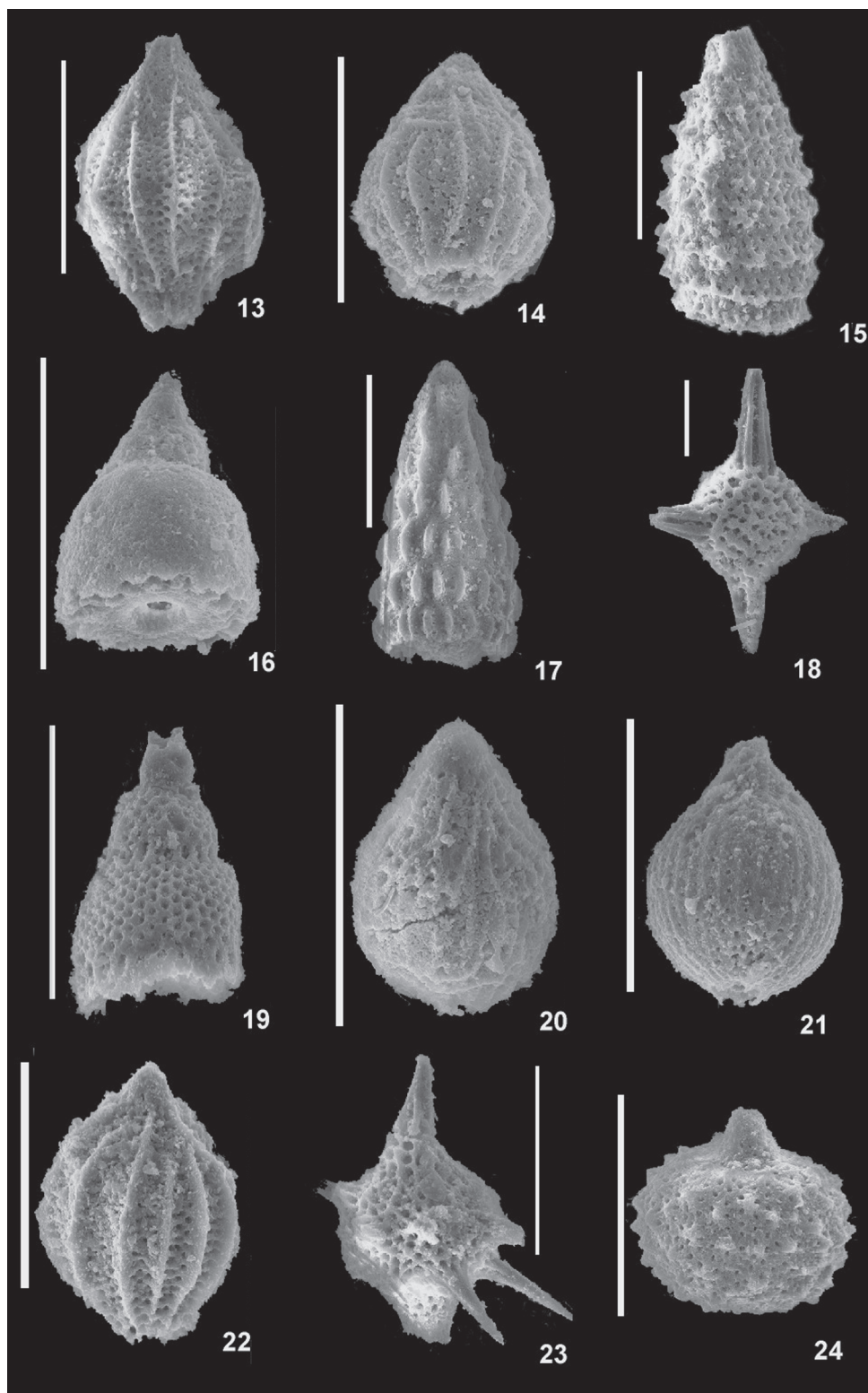
Фототаблица 1.



Позднебайос-раннебатские радиоларии кремнисто-глинистых пород южного фрагмента Уссури-Хехцирского разреза. Маркер –100 мкм.

1 – *Tricolocapsa plicarum* Yao (обр. Чир-1), 2–3 – *Dictyomitrella kamoensis* Mizutani et Kido (2 – обр. Чир-1, 3 – обр. Чир-2), 4 – *Archicapsa* cf. *pachyderma* Tan Sin Hok (обр. Чир-1), 5–6 – *Transhsuum maxwelli* (Pessagno) (5 – обр. Чир-1, 6 – обр. Чир-5), 7–8 – *Tricolocapsa multispinosa* Sashida (обр. Чир-1), 9 – *Stylocapsa* cf. *testa* Matsuoka (обр. Чир-1), 10 – *Stichocapsa japonica* Yao (обр. Чир-5), 11–12 – *Tricolocapsa fusiformis* Yao (11 – обр. Чир-5, 12 – обр. Чир-6).

Фототаблица 1. (Продолжение).



13–14 – *Protunuma fusiformis* Ichikawa et Yao (13 – обр. Чир-5, 14 – обр. Чир-6), 15 – *Parvicingula dhimenaensis* s.l. Baumgartner (обр. Чир-10), 16 – *Eucyrtidiellum unumaense* Yao (обр. Чир-1), 17 – *Transhsuum brevicostatum* (Ozoldova) (обр. Чир-5), 18 – *Emiluvia* cf. *premyogii* Baumgartner (обр. Чир-5), 19 – *Eucyrtidiellum quinatum* Takemura (обр. Чир-5), 20–21 – *Tricolocapsa conexa* Matsuoka (обр. Чир-2), 22 – *Protunuma turbo* Matsuoka (обр. Чир-2), 23 – *Yamatoum spinosum* Takemura (обр. Чир-2), 24 – *Sethocapsa funatoensis* Aita (обр. Чир-2).

соответствует раннему байосу–раннему бату [28, 43, 51]. Так как подстилающие их глинистые кремни имеют позднебайосский возраст, то кремнистые аргиллиты вероятней всего раннебатские (обр. Чир-4 располагается в 1,5 метрах выше обр. Чир-5). Из слоистых аргиллитов слоя 5 выделены позднебайос-раннебатские радиолярии (обр. Чир-1, Чир-2). Нижняя возрастная граница соответствует времени первого появления *Stylocapsa testa*, *Tricolocapsa multispinosa*, *Tricolocapsa conexa*, *Protunuma turbo* [28, 42, 52], а верхняя – фиксируется присутствием *Tricolocapsa plicarum* и *Tricolocapsa fusiformis*, эволюция которых завершилась в раннем бате [28, 42, 43]. А. Матсуока [43] и Ю. Нишизоно с соавторами [51] первое появление вида *Stylocapsa testa* отмечают с позднего бата. Однако в таком случае этот вид не может ассоциировать с *Tricolocapsa plicarum*, *Tricolocapsa fusiformis*. Поэтому следует определить возрастной интервал для данного вида по [28, 42]. Таким образом, возраст аргиллитов слоя 5 соответствует раннему бату.

Северный фрагмент. В этой части разреза тектонические пластины сложены кремневыми, глинистыми, обломочными породами и падают под углами 45–80° на северо-запад (рис. 2В). В пластине, сложенной алевроаргиллитами, залегание слоев, вероятно, опрокинута. Стратиграфическая последовательность следующая (рис. 3; снизу-вверх):

1. Яшмы глинистые коричневые слоистые с нечетко выраженной тонкой плитчатостью. В середине слоя – зеленовато-серые глинистые кремни. Взаимоотношение со слоем 2 не установлено 12 м
2. Туфоалевроаргиллиты кремнистые красно-коричневые массивные. В подошве слоя – линзы до 7 см глинистых кремней и яшм. Контакт со слоем 3 тектонический 15 м
3. Алевроаргиллиты оливково-серые массивные. В основании – прослой до 5 см бурых и красно-коричневых кремнисто-глинистых пород 60 м
4. Алевроаргиллиты темно-зеленовато-серые со слоями 5 – 40 см серых неравномернозернистых песчаников. Взаимоотношение со слоем 3 не установлено 8 м

В слоях 1 и 2 обнаружены радиолярии (табл. 1; фототабл. 2). Глинистые яшмы слоя 1 содержат комплекс радиолярий (обр. А02х3/7, Чир-15), характеризующих широкий возрастной диапазон. Возраст яшм в подошве слоя (обр. А02х3/7), по совместному сопоставлению *Parahsuum hiconocosta* и *Laxtorum(?) jurassicum*, соответствует интервалу конец аалена–средний байос. Нижняя возрастная граница устанавливается по времени первого появления *Parahsuum hiconocosta* [28]. Верхний рубеж ограничен временем последнего присутствия *Laxtorum(?) jurassicum* [28, 43]. В кровле слоя (обр. Чир-15) возраст глинистых яшм ранне-среднебайосский. Нижний возрастной рубеж соответствует времени первого появления

Dictyomitrella kamoensis [28], а верхняя возрастная граница ограничена возрастом красно-коричневых кремнистых туфоалевроаргиллитов, залегающих на коричневых яшмах (см. ниже). Из кремнистых туфоалевроаргиллитов слоя 2 выделены радиолярии (обр. Чир-10, Чир-11, А02х3/1), среднебайосский возраст которых определен по совместному присутствию *Hsuum belliatulum*, *Stichocapsa japonica* и *Parahsuum izeense* [28]. Алевроаргиллиты слоя 3, залегающие на кремнистых туфоалевроаргиллитах, вероятно, позднебайосские.

В центральной части разреза в небольших тектонических блоках развиты красно-коричневые кремнистые туфоалевроаргиллиты (рис. 2А). Они сходны с туфоалевроаргиллитами слоя 2 северного фрагмента. Выделенные из них радиолярии изучены под биноклем и соответствуют радиоляриевому комплексу обр. Чир-11 и А02х3/1.

Таким образом, кремнисто-глинистые отложения Усури-Хехцирского разреза являются элементами двух различных последовательностей (рис. 3). В южной части разреза глинистые кремни сменяются оливково-серыми кремнистыми аргиллитами, а затем такими же по цвету аргиллитами в раннем бате. Северный фрагмент сложен глинистыми яшмами, которые перекрываются красно-коричневыми кремнистыми туфоалевроаргиллитами. Их сменяют оливково-серые алевроаргиллиты. Переход от кремневых пород к глинистым произошел в среднем байосе.

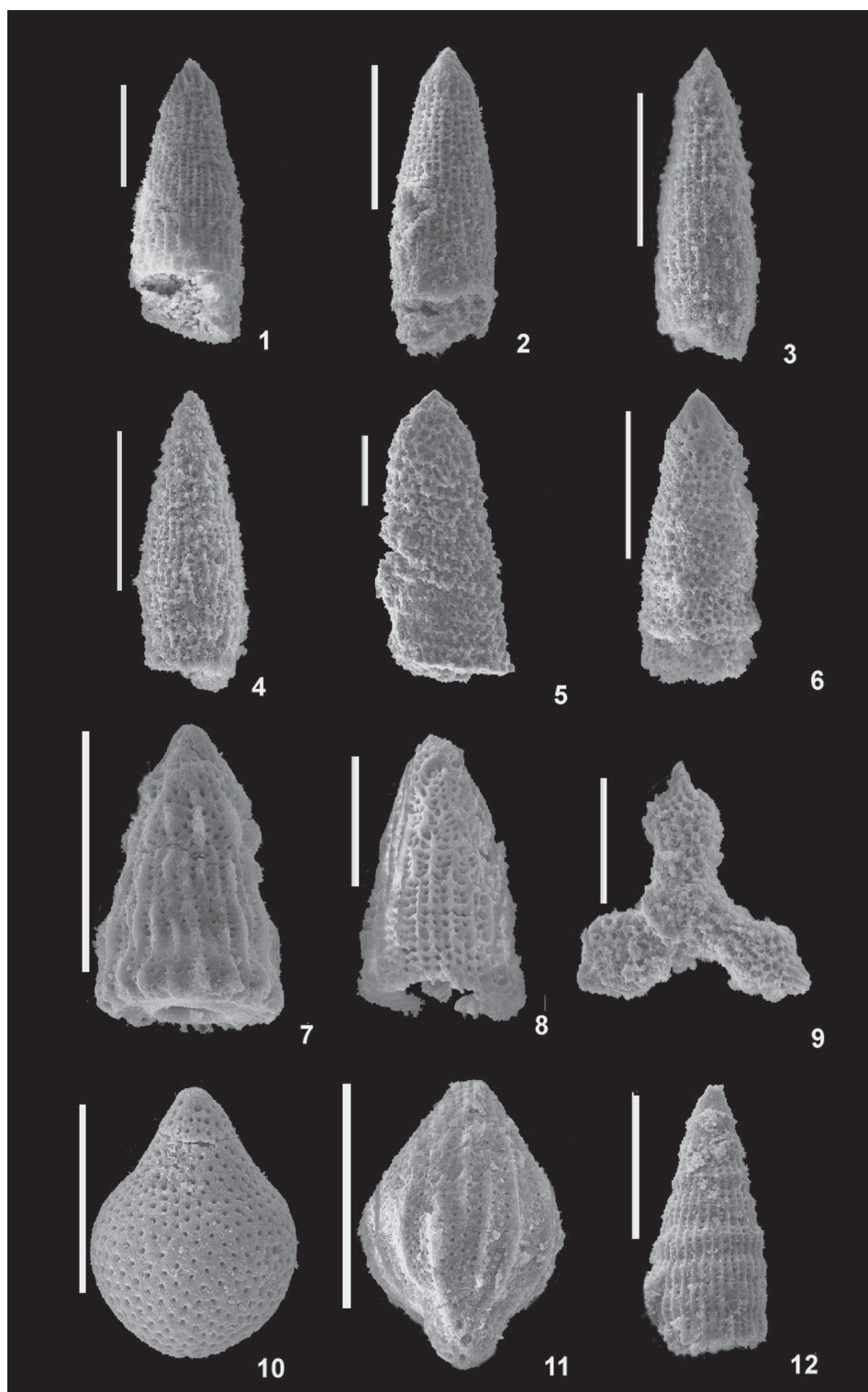
ЛИТОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОД

В южном фрагменте Усури-Хехцирского разреза кремнисто-глинистые породы* представлены **кремнистыми аргиллитами, аргиллитами и туфоаргиллитами.**

Кремнистые аргиллиты оливково-серые массивные, сложены тонкозернисто-чешуйчатыми кварц-халцедоновыми и глинистыми агрегатами с примесью мелких частиц рудных минералов. Они содержат до 50 % скелетов радиолярий, которые

*Для разделения кремневых и кремнисто-глинистых пород использовались морфологические признаки (характер излома, твердость и др.), а также содержание SiO_2 св., которое определялось по формуле SiO_2 св. = SiO_2 вал. - $2,4 \text{Al}_2\text{O}_3$. Коэффициент 2,4 равен отношению SiO_2 : Al_2O_3 в глинистой фракции хлорит-гидрослюдистого состава, наиболее распространенной в кремневых и глинистых породах Сихотэ-Алиня [4]. В кремневых породах содержание SiO_2 св. больше 80%, в их глинистых разновидностях составляет 50–80%, а в кремнисто-глинистых отложениях – меньше 50%.

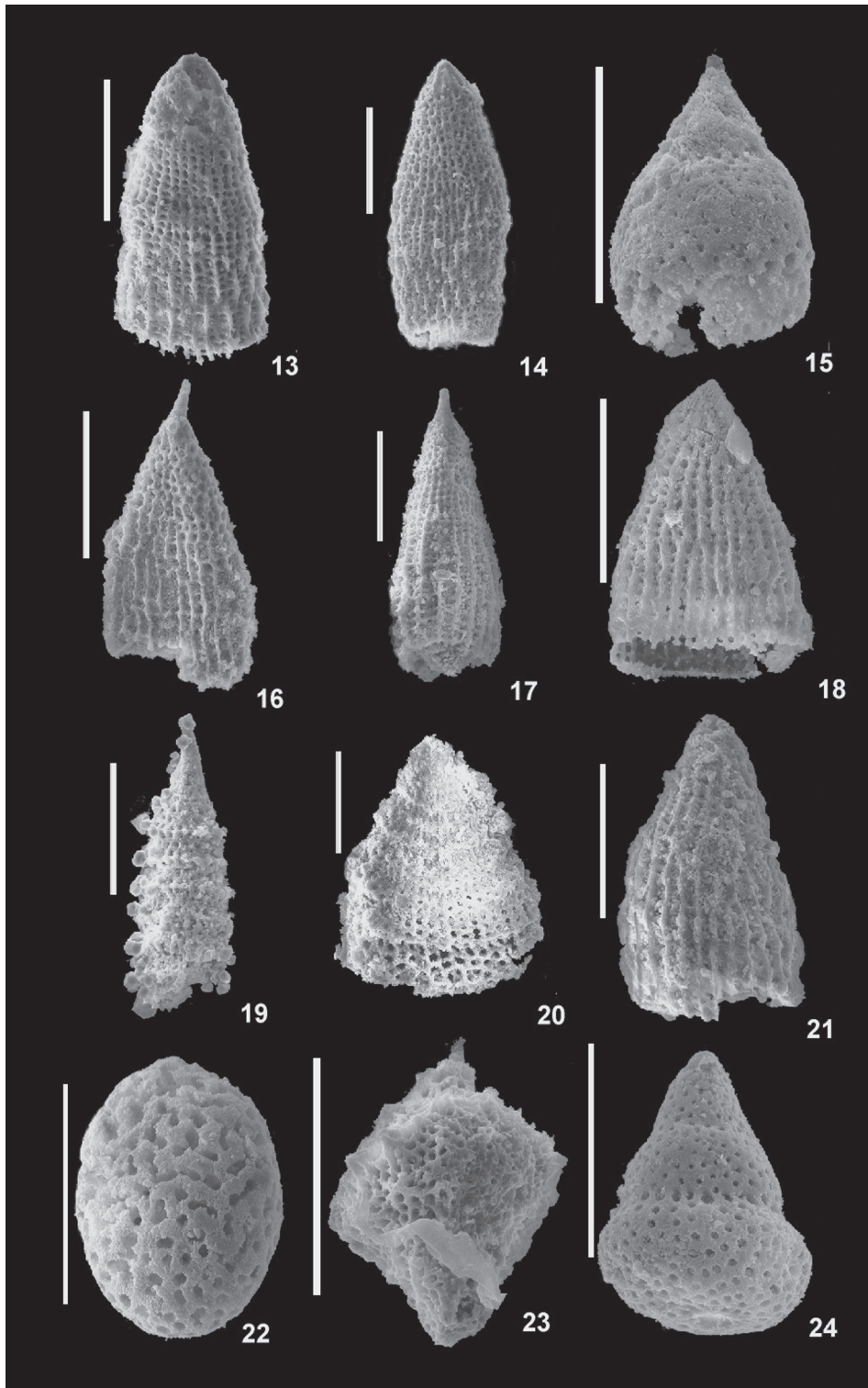
Фототаблица 2.



Аален-среднебайосские радиолярии кремнисто-глинистых пород северного фрагмента Уссури-Хехцирского разреза. Маркер – 100 мкм.

1–4 – *Parahsuum grande* Hori et Yao (1–2 – обр. А02Х-3/7, 3–4 – обр. Чир-8), 5–6 – *Laxtorum(?) jurassicum* Isozaki et Matsuda (5 – обр. Чир-11, 6 – обр. А02Х-3/7), 7 – *Hsuum cf. parasolense* Pessagno et Whalen (обр. Чир-11), 8 – *Hsuum cf. belliatulum* Pessagno et Whalen (обр. Чир-11), 9 – *Paronaella* sp. (обр. Чир-11), 10 – *Stichocapsa convexa* Yao (обр. Чир-11), 11 – *Unuma typicus* Ichikawa et Yao (обр. А02Х-3/1), 12 – *Parahsuum officerence* (Pessagno et Whalen) (обр. А02Х-3/7).

Фотогалаблиця 2. (Продолжение).



13–14 – *Transsuum* cf. *hisuikyoenae* (Isozaki et Matsuda) (обр. А02Х-3/7), 15 – *Eucyrtidiellum* cf. *quinatum* Takemura (обр. А02Х-3/7), 16 – *Parahsuum* *levicostatum* Takemura (обр. А02Х-3/7), 17 – *Hsuum* *matsuokai* Isozaki et Matsuda (обр. А02Х-3/7), 18 – *Parahsuum* sp. (обр. А02Х-3/7), 19 – *Parvicingula* *nanoconica* Hori et Otsuka (обр. А02Х-3/7), 20 – *Parahsuum* cf. *hiconocosta* Baumgartner et De Wever (обр. А02Х-3/7), 21 – *Parahsuum* *izeense* (Pessagno et Whalen) (обр. А02Х-3/1), 22 – *Archicapsa* *pachyderma* Tan Sin Hok (обр. Чир-15), 23 – *Unuma* *echinatus* Ichikawa et Yao (обр. Чир-11), 24 – *Stichocapsa* *japonica* Yao (обр. Чир-11).

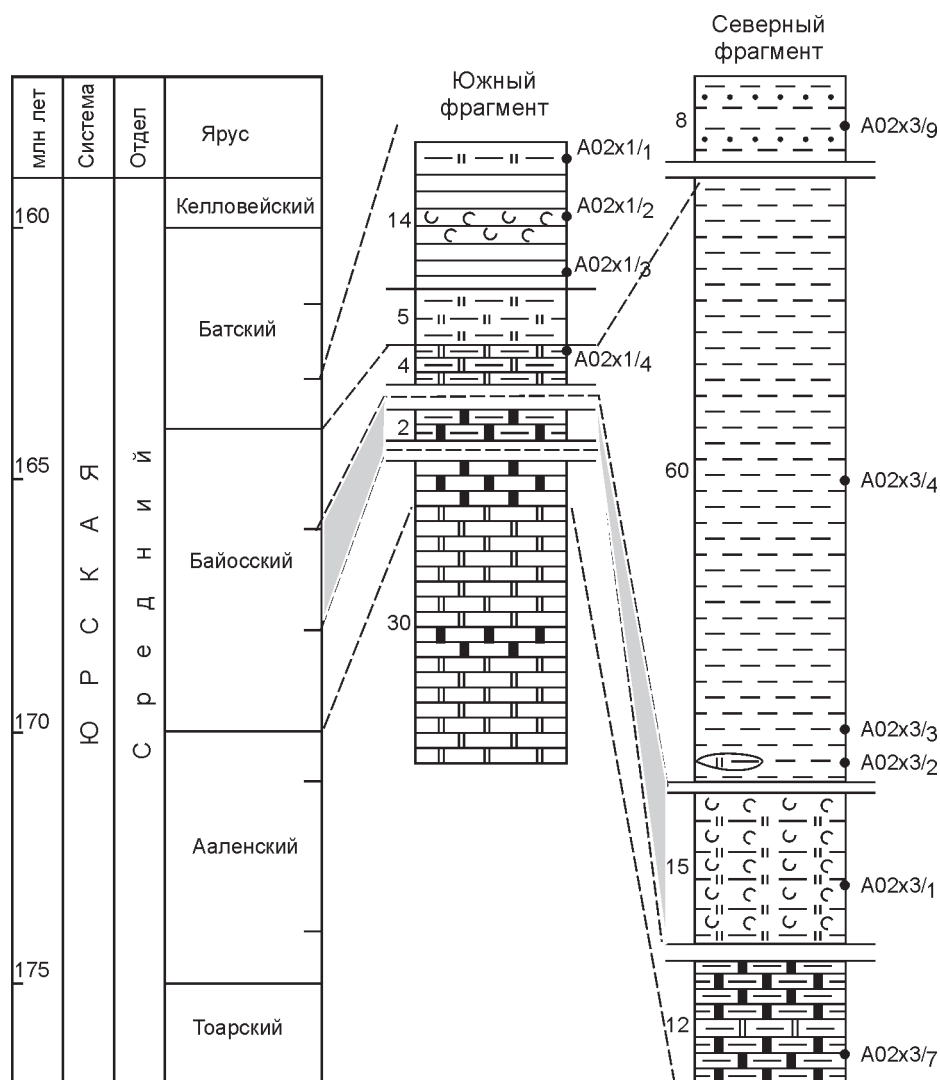


Рис. 3. Корреляция литолого-стратиграфических колонок кремнисто-глинистых отложений южного и северного фрагментов Усури-Хехцирского разреза.

Цифры слева от колонок – мощность слоев, справа – номера проб для изучения вещественного состава пород. Временная и стратиграфическая шкалы по [28]. Условные обозначения см. на рис. 2.

иногда замещены желтовато-зеленым хлоритом. Редки мелкоалевритовые зерна кварца и пластинки мусковита. Содержание SiO_2 в кремнистых аргиллитах составляет 76,5 %, а Al_2O_3 – около 11 % (табл. 2). По химическому составу они близки к глинистым кремням, на которых согласно залегают, но их отличает меньшая твердость и отсутствие раковистого излома. Высокое содержание кремнезема в кремнистых аргиллитах, очевидно, обусловлено большим количеством скелетов радиолярий.

Аргиллиты оливково-серые слоистые отличаются от кремнистых аргиллитов меньшим содержанием кварц-халцедоновых агрегатов и небольшим (не более 30%) количеством радиолярий. Тонкая горизонтальная и полого-волнистая слоистость обусловлена ориентированным расположением радиолярий и глинистых частиц. Содержание SiO_2 в аргиллитах составляет 64%, а Al_2O_3 – около 14% (табл. 2).

Туфоаргиллиты выделяются среди аргиллитов желтовато-коричневой окраской, в их составе больше алевритовых обломков кварца, есть кристаллы плагиоклаза, а скелетов радиолярий немного.

В северном фрагменте разреза кремнисто-глинистые породы другие. Это **кремнистые туфоалевроаргиллиты и алевроаргиллиты**.

Кремнистые туфоалевроаргиллиты – массивные породы красно-коричневого цвета. Они сложены кварц-халцедоновыми агрегатами и глинистыми минералами, обильно вкрапленными пылевидными частицами гематита. Угловатые алевритовые частицы кварца, плагиоклаза, а также фрагментов пород, состоящих из крипто-тонкозернистого кварца с примесью глинистых минералов, составляют 20–40 % породы (рис. 4). Вероятно, это кислая пирокластическая порода. Немного деформированных скелетов радиолярий. Характерна беспорядочная микротекстура, обуслов-

Таблица 2. Химический состав среднетермических осадочных пород Усури-Хехцирского разреза.

Проба	Порода	Возраст	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O ⁻	P ₂ O ₅	п.п.п.	Сумма
A02X1/1	Кремнистый аргиллит	J ₂ bt ₁	76.49	0.48	10.95	3.42	0.40	0.12	1.31	0.23	1.30	1.94	0.30	0.08	2.67	99.69
A02X1/2		J ₂ bt ₁	62.48	0.68	16.91	6.35	0.89	0.22	1.24	0.44	2.05	3.35	0.81	0.16	4.16	99.74
A02X1/3	Аргиллит	J ₂ bt ₁	64.16	0.60	13.88	5.88	0.73	0.32	1.55	1.90	1.79	2.85	0.9	0.87	4.11	99.62
A02X1/4		J ₂ bj ₃	79.37	0.48	9.25	3.28	0.20	0.14	0.89	0.31	1.13	2.52	0.23	0.20	1.94	99.94
A02X3/1	Кремнистый туфоалевроаргиллит	J ₂ bj ₂	71.00	0.49	13.35	4.60	0.62	0.23	0.79	0.28	2.44	2.71	0.33	0.06	2.60	99.5
A02X3/2		J ₂ bj ₃	60.90	0.85	16.45	6.25	0.68	0.12	1.70	1.03	2.63	2.56	1.53	0.15	4.70	99.55
A02X3/3	Алевроаргиллит	J ₂ bj ₃	61.15	0.93	16.20	5.75	1.16	0.15	1.69	1.11	2.63	2.71	1.51	0.15	4.44	99.58
A02X3/4		J ₂ bj ₃	61.95	0.97	15.70	5.20	1.40	0.13	2.00	1.10	2.78	2.65	0.79	0.14	4.78	99.59
A02X3/7	Глинистая яшма	J ₂ aal ₂ -bj ₂	76.64	0.39	10.18	3.30	1.04	0.19	0.75	0.31	1.28	2.69	0.29	0.05	2.46	99.57
A02X3/9		J ₂ bt ₁ ?	70.31	0.52	14.75	3.05	0.56	0.19	0.85	0.76	3.56	2.05	0.42	0.10	2.78	99.90

Примечание: Анализы выполнены в ДВГИ ДВО РАН весовым химическим методом. Химики аналитики С.П. Баталова и Г.И. Макарова.

ленная неравномерным распределением обломочного материала. Взаимоотношение кремнистых туфоалевроаргиллитов и глинистых яшм слоя 1 не наблюдалось. Однако в глинистых яшмах присутствует (до 20 %) такой же, как в кремнистых туфоалевроаргиллитах, алевритовый обломочный материал, а в основании слоя последних есть линзы глинистых яшм. Эти признаки, а также их близкий возраст позволяют предположить, что кремнистые туфоалевроаргиллиты перекрывают глинистые яшмы. Некоторые глинистые яшмы имеют линзовидно-слоистую микротекстуру из-за ориентированного расположения глинистых минералов, радиолярий и линзовидных 1–2 мм в поперечнике и длиной 3–4 мм включений более кремнистого состава с радиоляриями (рис. 4). Возможно, это перетолженные фрагменты радиоляриевых кремней. В кремнистых туфоалевроаргиллитах по сравнению с глинистыми яшмами меньше кремнезема и больше Al₂O₃ (табл. 2).

Алевроаргиллиты оливково- и зеленовато-серого цвета, сложены глинистыми минералами с примесью мелких зерен рудных минералов и углистого вещества. Угловатые мелкоалевритовые обломки кварца, реже плагиоклаза, а также пластинки слюдистых минералов составляют 30–40 % породы. В алевроаргиллитах нет скелетов радиолярий, а их химический состав соответствует глинистой породе (табл. 2). Песчаники, образующие прослои в алевроаргиллитах, неравномернотекстурированные с плохой сортировкой и базальным цементом, имеют градиационную слоистость (рис. 4). По составу они соответствуют полевошпатово-кварцевым грауваккам, где в обломках пород преобладают кислые изверженные породы (70–75%). Это фрагменты с микрофельзитовой и микрогипидиоморфнозернистой структурами, содержащие порфиновые выделения кварца и плагиоклаза. Есть также зерна гранитоидов – сростки крупных кристаллов кварца и полевого шпата. Редки обломки осадочных и метаморфических пород: кварц-слюдистых и глинистых сланцев, алевролитов, песчаников.

Кремневые и кремнисто-глинистые породы южного и северного фрагментов Усури-Хехцирского разреза различаются также по минеральному составу тяжелой фракции (табл. 3). В породах южного фрагмента минералы тяжелой фракции редки, и только в одной пробе аргиллитов слоя 5 они присутствуют в значимом количестве, где на 99% представлены зеленым клинопироксеном. В северном фрагменте тяжелые минералы есть во всех породах и представлены циркон-ильменитовой ассоциацией. Подчиненное значение имеют гранат, эпидот и хромит. Редки ортопироксен, роговая обманка, сфен, лейкоксен и магне-

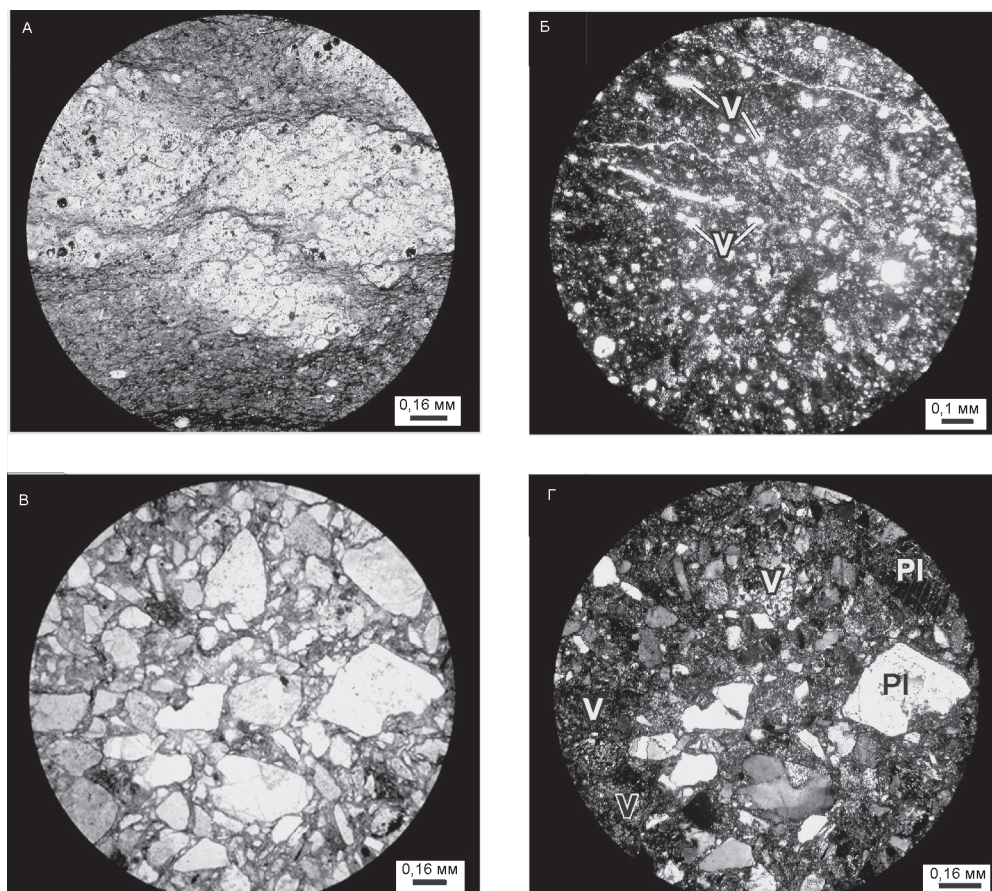


Рис. 4. Фотографии шлифов осадочных пород Уссури-Хехцирского разреза.

А – глинистая яшма северного фрагмента с линзовидными включениями более кремнистого состава (шлиф А03Х3/7, николи параллельны); Б – кремнистый туфоалевроаргиллит с радиоляриями и мелкими неправильными обломками кислых вулканитов (V) с микрофельзитовой микротекстурой (шлиф А03Х3/1, николи параллельны); В и Г – неравномернозернистый песчаник с плохой сортировкой и базальным цементом. Угловатые обломки плагиоклаза (Pl) и кислых вулканитов (V) с микрофельзитовой и микрогипидиоморфнозернистыми структурами (шлиф А03Х3/9, В – николи параллельны, Г – николи скрещены).

Таблица 3. Минеральный состав (%) тяжелой фракции (0.01–0.25 мм) некоторых среднеюрских пород Уссури-Хехцирского разреза.

Проба	Порода	К-во зерен	Срх	Орх	Нб	Ер	Grn	Zr	Rt	Sph	Lcx	Mt	Ilm	Chr
А02Х1/3	Туфоаргиллит	192	99.0	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
А02Х3/2	Алевроаргиллит	198	43.5	-	-	0.5	1.0	3.5	-	-	-	-	51.5	-
А02Х3/3	Алевроаргиллит	123	-	-	0.8	-	2.4	19.6	-	0.8	-	-	74.8	1.6
А02Х3/4	Алевроаргиллит	68	26.5	8.8	1.5	-	-	1.5	-	1.5	1.5	-	58.7	-
А02Х3/7	Глинистая яшма	625	1.0	0.8	0.8	1.1	2.9	16.5	0.3	-	0.6	3.8	63.1	9.1
А02Х3/9	Песчаник	512	-	0.4	-	4.7	14.0	19.9	-	0.6	0.8	-	49.2	10.4

Примечание. Срх – клинопироксен; Орх – ортопироксен, Нб – роговая обманка, Ер – эпидот, Grn – гранат, Zr – циркон, Rt – рутил, Sph – сфен, Lcx – лейкоксен, Mt – магнетит, Ilm – ильменит, Chr – хромит. Прочерк – не обнаружено. Минералогии – В.И. Тихонова и П.Д. Гасанова.

Таблица 4. Химический состав (вес. %) некоторых тяжелых минералов в среднеюрских породах Уссури-Хехцирского разреза.

Проба	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Сумма
Клинопироксен											
A02X1/3	53.31	0.06	2.04	0.14	4.50	0.17	16.33	23.22	0.20	-	99.97
A02X1/3	51.98	0.25	3.14	0.08	4.95	0.08	15.19	23.47	0.20	-	99.34
A02X1/3	50.38	0.42	4.65	-	5.53	0.17	14.27	23.31	0.24	0.01	98.98
A02X3/4	48.05	0.63	6.84	0.19	8.40	0.27	12.72	23.31	0.25	-	100.66
A02X3/4	53.60	0.19	2.02	0.14	4.93	0.01	16.40	23.23	0.16	0.02	100.70
A02X3/4	53.11	0.24	2.63	0.02	4.97	0.04	15.77	23.63	0.16	0.01	100.58
Хромит											
A02X3/7	н.а.	2.50	13.13	45.50	30.55	0.09	11.97	н.а.	н.а.	н.а.	103.74
A02X3/7	н.а.	2.21	12.72	46.01	30.21	-	12.32	н.а.	н.а.	н.а.	103.47
A02X3/7	н.а.	4.21	12.93	38.42	35.66	0.13	11.98	н.а.	н.а.	н.а.	103.34
Гранат											
A02X3/7	37.10	0.11	21.23	-	29.08	2.65	1.13	7.72	0.02	0.06	99.10
A02X3/7	38.38	-	21.68	0.06	30.02	11.74	1.96	0.75	0.01	0.01	104.61
A02X3/7	39.48	0.15	21.78	0.11	25.62	3.15	3.10	9.44	0.04	0.03	102.90

Примечание. FeO* – общее железо анализировалось как FeO. Прочерк – не обнаружено. н.а. – не анализировано. Анализы выполнены Н.И. Екимовой на рентгеновском микроанализаторе JXA-8100 в ДВГИ ДВО РАН.

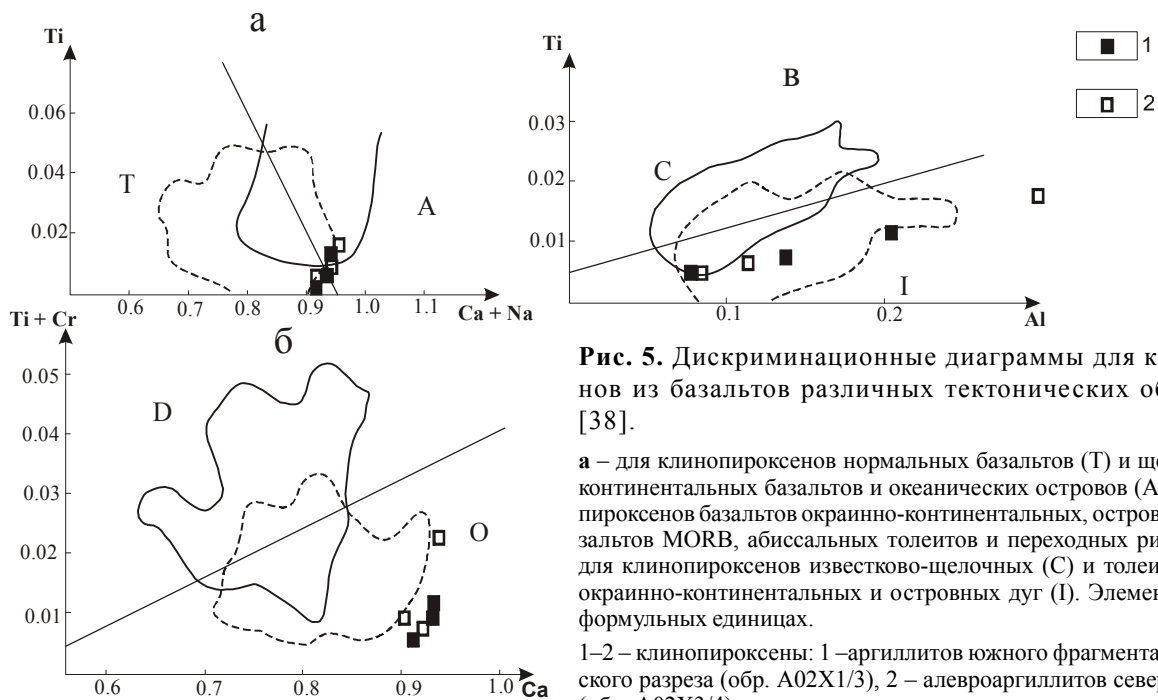


Рис. 5. Дискриминационные диаграммы для клинопироксенов из базальтов различных тектонических обстановок, по [38].

а – для клинопироксенов нормальных базальтов (Т) и щелочных внутриконтинентальных базальтов и океанических островов (А); **б** – для клинопироксенов базальтов окраинно-континентальных, островных дуг (О) и базальтов MORB, абиссальных толеитов и переходных рифтовых (D); **в** – для клинопироксенов известково-щелочных (С) и толеитовых базальтов окраинно-континентальных и островных дуг (I). Элементы приведены в формульных единицах.

1–2 – клинопироксены: 1 – аргиллитов южного фрагмента Уссури-Хехцирского разреза (обр. А02Х1/3), 2 – алевроаргиллитов северного фрагмента (обр. А02Х3/4).

тит. В некоторых образцах алевроаргиллитов много клинопироксена. Такая же ассоциация тяжелых минералов свойственна песчаникам, образующим прослой в алевроаргиллитах.

Химический состав некоторых тяжелых минералов помогает определить их исходные породы и выяснить геологическую природу питающих про-

винций [45]. Нами изучены геохимические особенности клинопироксена, граната и хромита (табл. 4).

Обломочные клинопироксены Уссури-Хехцирского разреза представлены авгитами и салитами. Их магматические источники определены с помощью дискриминационных диаграмм Дж. Летеррьеера и др. [38] и В.П. Нечаева [50]. На диаграмме рис. 5а они

группируются вблизи линии, разграничивающей клинопироксены щелочных и нормальных базальтов. Низкие содержания титана и натрия не позволяют уверенно считать, что их исходными породами являются щелочные базальты. Очевидно, что большинство клинопироксенов принадлежат островодужным базальтам (рис. 5б и 5в). На диаграмме $Al_2O_3 - TiO_2$

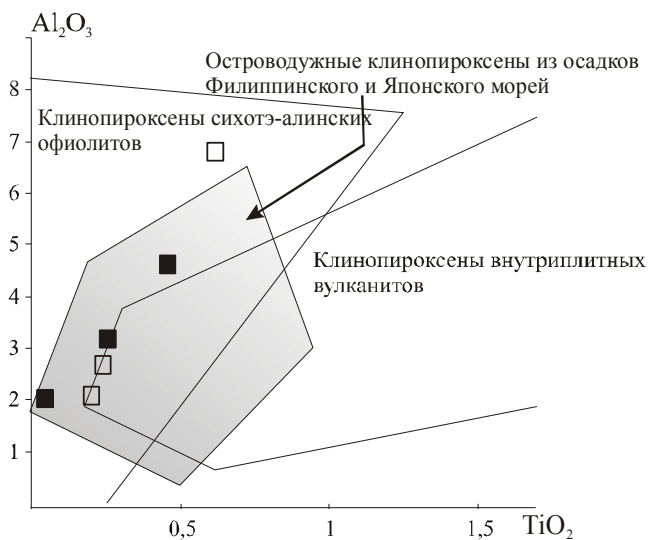


Рис. 6. Диаграмма $Al_2O_3 - TiO_2$ для клинопироксенов из юрских глинистых пород Уссури-Хехцирского разреза. Поля составов клинопироксенов возможных исходных пород по [50].

Условные обозначения на рис. 7.

(рис. 6) клинопироксены также попадают в поле островодужных клинопироксенов из осадков Филиппинского и Японского морей.

Гранаты глинистых яшм северного фрагмента – альмандины с незначительным содержанием пироповой или спессартиновой составляющей. Их источником вероятней всего были кислые вулканиты или граниты (рис. 7). Хромиты в этих породах высокотитанистые и принадлежат щелочным внутриплитным базальтам (рис. 8).

Таким образом, наиболее вероятный основной поставщик обломочных тяжелых минералов для кремнисто-глинистых пород южного фрагмента Уссури-Хехцирского разреза – вулканиты зоны конвергенции. Питающая провинция кремневых, кремнисто-глинистых и обломочных пород северного фрагмента, в которых много циркона, ильменита и граната, в основном была сложена кислыми изверженными породами континентальной окраины. Незначительно здесь были развиты щелочные базальты океанических островов и островодужные вулканиты.

Для рассматриваемых пород характерен глинистый состав, остатки планктонных микроорганизмов, незначительное количество алевритовой терригенной и вулканической кластики. Эти признаки свойственны современным [15] и древним [2, 40] гемипелагическим отложениям. Оливково-серые радиоляриевые кремнистые аргиллиты и аргиллиты южного фрагмента формировались на относительно глубоко-

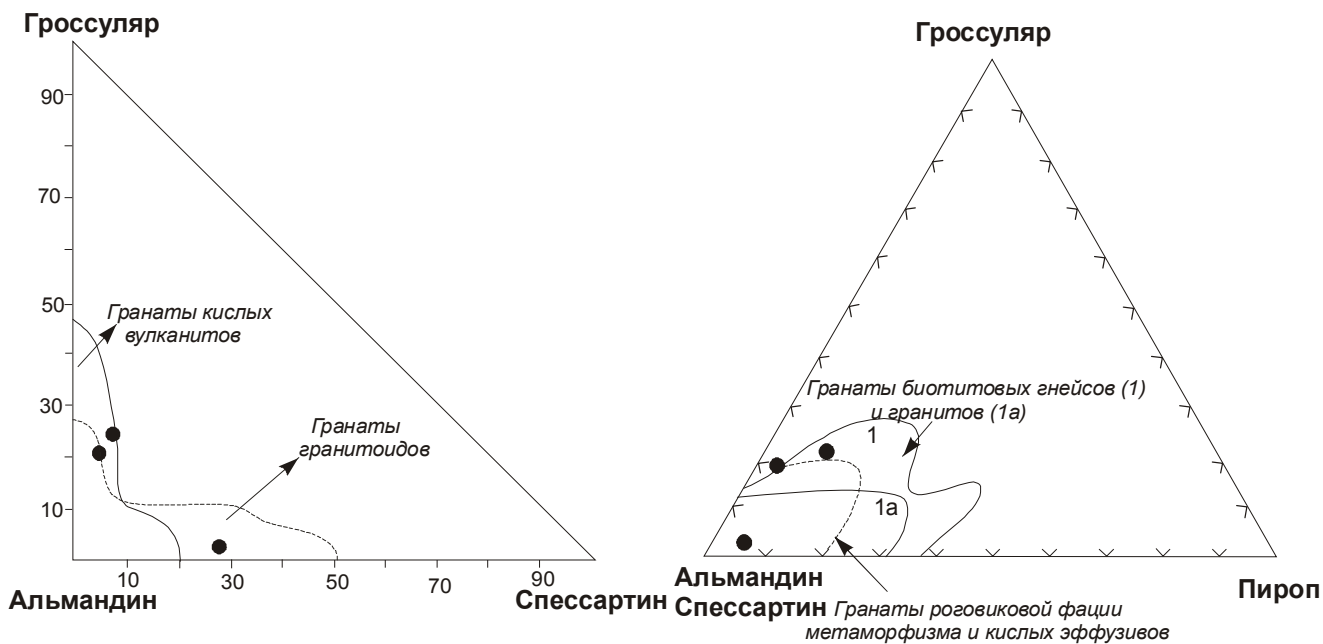


Рис. 7. Диаграммы состава гранатов из глинистых яшм Уссури-Хехцирского разреза. Поля составов гранатов кислых изверженных и метаморфических пород по [19].

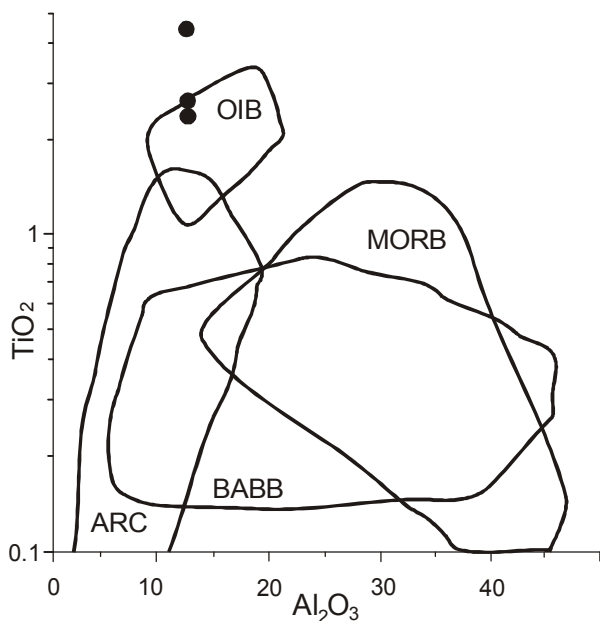


Рис. 8. Диаграмма Al_2O_3 - TiO_2 для хромитов из глинистых яшм Уссури-Хехцирского разреза. Поля составов хромитов из базальтов срединно-океанических хребтов (MORB), задуговых бассейнов (BABB), океанических островов (OIB) и островных дуг (ARC) по [37].

водных участках под толщей воды с высоким содержанием радиоляриевого планктона. Тонкая горизонтальная и полого-волнистая слоистость в аргиллитах свидетельствует о слабом воздействии на осадки донных течений. Редкость терригенной кластики в этих породах, отсутствие тяжелых минералов континентальных источников сноса предполагает значительное удаление этого участка от континента. Эпизодически сюда поступал лишь пирокластический материал, образуя туфоаргиллиты.

Кремнисто-глинистые породы северного фрагмента накапливались на другом участке гемипелагической области седиментации. Для этих пород характерна циркон-ильменитовая ассоциация тяжелых минералов и присутствие кислой пирокластики, что свидетельствует о влиянии на осадконакопление континентальных источников сноса и вулканизма окраинно-континентальной дуги. Обилие тонкораспыленного гематита в кремнистых туфоалевроаргиллитах и подстилающих их глинистых яшмах предполагает, что эти породы формировались в окислительных условиях ниже слоя кислородного минимума. Беспорядочная и линзовидно-слоистая текстура этих пород, присутствие включений кремнистого состава – указатели воздействия на осадки придонных течений. Алевроаргиллиты накапливались в относительно спокойных восстановительных условиях. В поверх-

ностных водах этого времени радиоляриевоый планктон был распространен незначительно или отсутствовал. Градационная слоистость и плохая сортировка обломочного материала песчаников, образующих прослои в алевроаргиллитах, свидетельствуют о периодическом поступлении с турбидитными потоками терригенной кластики.

СТРОЕНИЕ УССУРИ-ХЕХЦИРСКОГО РАЗРЕЗА И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ЕГО ФОРМИРОВАНИЯ

Основными структурными единицами древних аккреционных призм в соответствии с современными представлениями об их формировании [11, 20, 21, 26] и принципами тектоностратиграфии [31, 47] являются тектоно-стратиграфические комплексы. Тектоно-стратиграфический комплекс можно определить как линзо- или пластообразное геологическое тело, представляющее собой совокупность тектонических пластин и блоков, которые отличаются от соседних геологических тел составом, возрастом и природой слагающих их пород, а также характером деформаций и степенью метаморфизма. Он отражает эпизод становления древней аккреционной призмы, при котором первичная стратиграфическая последовательность отложений определяет возраст и обстановку аккреции, а стиль деформаций и особенности строения связаны с аккреционной и постаккреционной тектоникой. Время аккреции наиболее точно определяется по самым молодым обломочным отложениям верхней части первичной стратиграфической колонки комплекса. Косвенно о нем также можно судить по возрасту гемипелагических отложений, указывающему на приближение океанической плиты к зоне конвергенции [33, 46, 48].

Возраст обломочных отложений Уссури-Хехцирского разреза не установлен. Различие в составе и возрасте кремнисто-глинистых отложений северного и южного сегментов Уссури-Хехцирского разреза свидетельствует, что они накапливались на различных участках гемипелагической области седиментации древнего океана и принадлежат тектоно-стратиграфическим комплексам, которые формировались на разных этапах становления аккреционной призмы. Более ранний эпизод аккреции характеризуют тектонические пластины и блоки северного и центрального участков разреза. В них кроме поздней аален-раннебайосских глинистых яшм, среднебайосских красно-коричневых кремнистых туфоалевроаргиллитов и оливково-серых алевроаргиллитов развиты плитчатые кремни, темно-серые алевроаргиллиты и алевролиты с прослоями туфов и туффитов, галечные микститы, разлинзованные и меланжевые образования. Пакет пластин смят в крупную асимметрич-

ную синформу с более пологим северо-западным крылом [8]. Первичная последовательность напластования в этом тектоно-стратиграфическом комплексе представляется следующей (снизу – вверх): плитчатые кремни и яшмы, глинистые яшмы, кремнистые туфоалевроаргиллиты, алевроаргиллиты с прослоями песчаников, алевроаргиллиты и алевролиты, которые вмещают слои туфов и туффигов, различные галечные микститы, разделенные слоистыми обломочными отложениями. Позднее были аккрецированы фрагменты осадочного чехла океанической плиты, которые развиты в южной части Уссури-Хехцирского разреза. Они образуют пакет тектонических пластин, которые опрокинуты под крутыми углами на северо-запад. Гемипелагические отложения представлены раннебатскими оливково-серыми кремнистыми аргиллитами и аргиллитами. Кроме того, здесь развиты позднебайосские глинистые кремни, поздние тоар–среднебайосские глинистые яшмы, более древние кремни и яшмы, базальты, неравномерно переслаивающиеся алевроаргиллиты и песчаники, галечные микститы, а также разлинзованные и меланжевые образования.

Таким образом, в Уссури-Хехцирском разрезе выделяется две тектоно-стратиграфические единицы, формировавшиеся в разное время и отличающиеся возрастом, составом, происхождением гемипелагических отложений, характером деформаций и составом слагающих их образований. Эти комплексы с учетом их последующей корреляции с тектоно-стратиграфическими единицами в других частях Хабаровского террейна помогут уточнить его строение и помочь реконструировать историю формирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Литолого-стратиграфическими исследованиями кремнисто-глинистых отложений на правом берегу р. Уссури в западных отрогах хр. Бол. Хехцир (Уссури-Хехцирский разрез) установлено, что в разных участках разреза они отличаются по составу, возрасту и происхождению. В северном фрагменте это среднебайосские красно-коричневые туфоалевроаргиллиты и оливково-серые алевроаргиллиты с прослоями аркозовых песчаников, которые залегают на позднеаленских–среднебайосских глинистых яшмах. Их мощность составляет 95 м. Они накапливались под влиянием континентальных источников сноса и вулканизма окраинно-континентальной дуги.

В южной части разреза развиты раннебатские оливково-серые кремнистые аргиллиты, аргиллиты и желтовато-коричневые туфоаргиллиты, согласно залегающие на позднебайосских зеленовато-серых глинистых кремнях. Мощность отложений составля-

ет 25 м. Они формировались на значительном удалении от континента в относительно глубоководных участках под толщей воды с высоким содержанием радиоляриевого планктона. Рассматриваемые породы – фрагменты отложений различных участков гемипелагической области седиментации древнего океана и являются элементами двух тектоно-стратиграфических комплексов, характеризующих определенные этапы становления Хабаровского террейна юрской аккреционной призмы.

Авторы благодарят В.В. Голозубова за полезное обсуждение рукописи статьи и признательны Т.М. Михайлик за помощь в оформлении графики. Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 03-05-64099) и гранта ДВО РАН № 06-III-A-08-316.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борукаев Ч.Б., Натальин Б.А. Аккреционная тектоника юга Российского Дальнего Востока // Геология и геофизика, 1994. Т. 35, № 7–8. С. 89–93.
2. Брагин Н.Ю. Радиолярии и нижнемезозойские толщи Востока СССР. М.: Наука, 1991. 125 с.
3. Брагин Н.Ю. Стратиграфия верхнепалеозойских и мезозойских толщ в районе Хабаровска // Изв. АН СССР. Сер. геол., 1992, № 9. С. 35–40.
4. Волохин Ю.Г. Кремневые породы Сихотэ-Алиня и проблема происхождения геосинклинальных кремневых толщ. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1985. 208 с.
5. Геология СССР. Т. 19. Хабаровский край и Амурская область. Часть I. М.: Недра, 1966. 736 с.
6. Голозубов В.В. Тектоника юрских и нижнемеловых комплексов северо-западного обрамления Тихого океана // Автореф. дис.... д-ра геол.-минер. наук. Москва, 2004. 48 с.
7. Зябров С.В., Натальин Б.А. Возраст и тектоническая природа вулканогенно-кремнистых и терригенных пород в окрестностях Хабаровска // Стратиграфия докембрия и фанерозоя Забайкалья и юга Дальнего Востока (Тезисы докладов IV Дальневосточного регионального межведомственного стратиграфического совещания). Хабаровск, 1990. С. 173–175.
8. Зябров С.В. Стратиграфическая летопись кремнисто-терригенного комплекса хр. Хехцир и кинематика ассиметричных складок - индикаторы субдукционной аккреции // Тихоокеан. геология. 1998. Т. 17, № 1. С. 76–84.
9. Кемкин И.В., Кемкина Р.А. Таухинский террейн Южного Сихотэ-Алиня: строение и условия формирования // Геотектоника. 2000. Т. 34, № 5. С. 71–79.
10. Кемкин И.В., Филиппов А.Н. Строение и условия образования Самаркинской аккреционной призмы Южного Сихотэ-Алиня // Геотектоника. 2002. Т. 36, № 5. С. 79–88.
11. Кемкин И.В. Аккреционные призмы Сихотэ-Алиня и основные события геологической эволюции Япономорского региона в мезозое // Автореф. дис.... д-ра геол.-минер. наук. Владивосток, 2003. 52 с.
12. Кириллова Г.Л. Структура юрской аккреционной призмы в Приамурье: аспекты нелинейной геодинамики // Докл. РАН. 2002. Т. 386, № 4. С. 515–518.

13. Клец Т.В. Биостратиграфия и конодонты триаса среднего Сихотэ-Алиня. Новосибирск.: Изд-во Новосибирского университета. 1995. 111 с.
14. Мартынюк М.В., Васькин А.Ф., Вольский А.С. Геологическая карта Хабаровского края и Амурской области и объяснительная записка. Хабаровск, 1988.
15. Мурдмаа И.О. Фации океанов. М.: Наука, 1987. 304 с.
16. Натальин Б.А., Зябрев С.В. Строение мезозойских толщ долины р. Амур. (Путеводитель геологической экскурсии). Хабаровск, 1989. 48 с.
17. Натальин Б.А. Мезозойская аккреционная и коллизийная тектоника юга Дальнего Востока СССР // Тихоокеан. геология. 1991. № 5. С. 3–23.
18. Савченко А.И. Мезозой Северного Сихотэ-Алиня и Нижнего Приамурья // Сов. геология. 1961. № 12. С. 78–95.
19. Соболев В.Н.. Генетические типы гранатов. М.: Наука, 1964. 219 с.
20. Соколов С.Д. Формирование активных континентальных окраин и вертикальная аккреция // Вертикальная аккреция земной коры: факторы и механизмы (Отв. ред. Ю.Г. Леонов). М.: Наука, 2002. С. 147–173. (Тр. ГИН РАН: Вып. 542)
21. Соколов С.Д. Аккреционная тектоника (современное состояние проблемы) // Геотектоника. 2003. № 1. С. 3–18.
22. Филиппов А.Н., Кемкин И.В. “Култухинская свита” – тектоно-стратиграфический комплекс юрско-берриасской аккреционной призмьы Западного Сихотэ-Алиня // Тихоокеан. геология. 2004. Т. 23, № 4. С. 43–53.
23. Ханчук А.И. Геологическое строение и развитие обрамления северо-запада Тихого океана // Автореф. дисс.... д-ра геол.-минер. наук. Москва, 1993. 31 с.
24. Ханчук А.И. Палеогеодинамический анализ формирования рудных месторождений Дальнего Востока России // Рудные месторождения континентальных окраин. Владивосток: Дальнаука, 2000. С. 5–34.
25. Ханчук А.И., Кемкин И.В. Геодинамическая эволюция Япономорского региона в мезозое // Вестн. ДВО РАН. 2003. № 6. С. 94–108.
26. Чамов Н.П. Литогенез осадков в аккреционных призмах и его роль в формировании вещества континентальной коры // Вертикальная аккреция земной коры: факторы и механизмы (Отв. ред. Ю.Г. Леонов). М.: Наука, 2002. С. 38–55 (Тр. ГИН: Вып. 542).
27. Шевелев Е.К. К вопросу о возрасте вулканогенно-кремнисто-терригенных отложений фундамента Средне-Амурской впадины // Тихоокеан. геология. 1987. № 3. С. 13–16.
28. Baumgartner P.O., O’Dogherty L., Goricani S., Jud R.D., Dumitrica P., Pillevuit A., Urquhart E., Matsuoka A., Danelian T., Bartolini A., Carter E.S., De Wewer P., Kito N., Marcucci M., Steiger T. Radiolarian catalogue and systematic of Middle Jurassic and Early Cretaceous Tethyan genera and species // Middle Jurassic to Lower Cretaceous radiolarians of Tethys: occurrences, systematics, biochronology (P.O. Baumgartner et al., eds.). *Memories de Geology (Lausanne)*. 1995. N 23. P. 37–685.
29. Berger W.H., Winterer E.L. Plate stratigraphy and fluctuating carbonate line // Pelagic sediments on land and under the sea (K.J. Hsu and H Jehkyns, eds.). *International Association of Sedimentologists Special Publication*. 1974. N 1. P. 11–48.
30. Faure M, Natal’in B.A. The geodynamic evolution of the eastern Eurasian margin in Mesozoic times // *Tectonophysics*. 1992. V. 208, N 4. P. 397–411.
31. Hsu K.J. Principles of melanges and their bearing on the Franciscan-Knoxville Paradox // *The Geological Society of America Bulletin*. 1968. Vol, 79, N 8. P. 1063–1074.
32. Ishida K., Ishida N., Sakai T., Kozai T., Ohta T., Kirillova G.L. Radiolarians from Khabarovsk section // Upper Jurassic-Cretaceous deposits of East Asia continental margin along the Amur River. Field excursion guidebook. Хабаровск: ДВО РАН. 2002. P. 23–25.
33. Isozaki Y., Maruyama S., Furuoka F. Accreted oceanic materials in Japan // *Tectonophysics*. 1990. V. 181, N1/2. P. 179–205.
34. Isozaki Y. Jurassic accretion tectonics of Japan // *The Island Arc*. 1997. V. 6, № 1. P. 25–51.
35. Kojima S., Wakita K., Okamura Y., Natal’in B. A., Zybrev S. V., Zhang Q.L., Shao J.A. Mesozoic radiolarians from the Khabarovsk complex, eastern USSR: their significance in relation to the Mino terrane, central Japan // *Journal of the Geological Society of Japan*. 1991. V. 97, N 7. P. 549–551.
36. Kojima S., Kametaka M. Jurassic accretionary complexes in East Asia // Origin and evolution of Jurassic accretionary complexes in Japan. *The Memoirs of the Geological Society of Japan*. 2000. N 55. P. 61–72.
37. Lenaz D., Kamenetsky V.S., Crawford A.J., Princivalle F. Melt inclusions in detrital spinel from the SE Alps (Italy-Slovenia): a new approach to provenance studies of sedimentary basins // *Contributions to Mineralogy and Petrology*. 2000. V. 139, № 6. P. 748–758.
38. Leterrier J., Maury R.C., Thonon P., Girard D., Marchal M. Clinopyroxene composition as a method of identification of the magmatic affinities of paleovolcanic series // *Earth and Planetary Science Letter*. 1982. V. 59. P. 139–154.
39. Maruyama S., Furuoka F. Accreted oceanic materials in Japan // *Tectonophysics*, 1990. V. 181, N 1/2. P. 179–205.
40. Matsuda T., Isozaki Y. Well-documented travel history of Mesozoic pelagic chert in Japan: from remote ocean to subduction zone // *Tectonics*. 1991. V. 19, N 2. P. 475–499.
41. Matsuoka A. Jurassic-Early Cretaceous tectonic evolution of the Southern Chichibu terrane, southwest Japan // *Palaeogeography. Palaeoclimatology. Palaeoecology*. 1992. V. 96, N 1–2. P. 71–88.
42. Matsuoka A. Jurassic and Early Cretaceous Radiolarians from Leg. 128, Sites 800 and 801, Western Pacific ocean // *Proceeding of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*. 1992. V. 129. P. 203–220.
43. Matsuoka A. Jurassic and Lower Cretaceous radiolarian zonation in Japan and in the western Pacific // *Island Arc*. 1995. V. 4. P. 140–153.
44. Mizutani S., Kojima S. Mesozoic radiolarian biostratigraphy of Japan and collage tectonics along the eastern continental margin of Asia // *Palaeogeography. Palaeoclimatology. Palaeoecology*. 1992. V. 96, N 1–2. P. 3–22.
45. Morton A.C. Geochemical studies of detrital heavy minerals and their application to provenance research // *Developments in Sedimentary Provenance Studies (Morton A.C., Todd S.P. and Haughton P.D.W., eds.)*. *Geological Society Special Publication*. 1991. N 57. P. 31–45.

46. Nakae S. A formative process of the sedimentary complex of the Tamba Terrane in the Wakasa area, Southwest Japan: An example of continuous accretion // *The Journal of the Geological Society of Japan*. 1992. V. 98, N 6. P. 401–414.
47. Nakae S. How to divide accretionary complexes: efficiency of tectonostratigraphy for understanding accretionary tectonics // *Origin and evolution of Jurassic accretionary complexes in Japan*. The Memoirs of the Geological Society of Japan. 2000. N 55. P. 1–15.
48. Nakae S. Regional correlation of the Jurassic accretionary complex in the Inner Zone of Southwest Japan // *Origin and evolution of Jurassic accretionary complexes in Japan*. The Memoirs of the Geological Society of Japan. 2000. N 55. P. 73–98.
49. Natal'in B.A. History and modes of Mesozoic accretion in Southeastern Russia // *The Island Arc*, 1993. V. 2, N 1. P. 15–34.
50. Nechaev V.P., Philippov A.N., Panasenko E.S. et al. Heavy-clastic minerals in Upper Paleozoic-Lower Mesozoic bedded cherts of the Sikhote-Alin Terranes // *Late Paleozoic and Early Mesozoic Circum-Pacific events: Biostratigraphy, tectonic and ore deposits of Primorye (Far East Russia)* / Eds A. Baud, I. Popova, J.M. Dickins, S. Lucas, Y. Zakharov. *Memoires de Geologie (Lausanne)*. 1997. N 30. P. 13–24.
51. Nishizono Y., Sato T., Murata M. A revised Jurassic radiolarian zonation for the South Belt of the Chichibu terrane, western Kyushu, Southwest Japan // *Marine Micropaleontology*. 1997. V. 30. P. 117–138.
52. Sashida K., Munasri, Adachi S., Kamata Y. Middle Jurassic fauna from Rotti Island, Indonesia // *Journal of Asian Earth Sciences*. 1999. V. 17. P. 561–572.
53. Sengor A.M., Natal'in B.A. Turkic-type orogeny and its role in the marking of the continental crust // *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.* 1996. V. 26. P. 263–337.
54. Takami M., Takemura R., Nishimura Y., Kojima T. Reconstruction of oceanic plate stratigraphies and unit division of Jurassic-Early Cretaceous accretionary complexes in the Okinawa Islands, central Ryukyu Island Arc // *The Journal of the Geological Society of Japan*, 1999. V. 105, N 12. P. 866–880.
55. Wakita K., Kojima S., Okamura Y., Natal'in B. A., Zyabrev S.V. Triassic and Jurassic Radiolaria from the Khabarovsk complex, eastern Russia // *News of Osaka Micropaleontologist. Special Volume*. 1992. N 8. P. 9–19.
56. Wakita K., Metcalfe I. Ocean plate stratigraphy in East and Southeast Asia // *Journal of Asian Earth Sciences*. 2005. V. 24, N 5. P. 679–702.
57. Zamoras L.R., Matsuoka A. Accretion and postaccretion tectonics of the Calamian island, North Palawan block, Philippines // *The Island Arc*. 2004. V. 13, N 4. P. 506–519.
58. Zyabrev S.V., Matsuoka A. Late Jurassic (Tithonian) radiolarians from a clastic unit of the Khabarovsk complex (Russian Far East): Significance for subduction accretion timing and terrane correlation // *The Island Arc*, 1999. V. 8, N 1. P. 30–37.

Поступила в редакцию 15 февраля 2006 г.

Рецензент Н.Ю. Брагин

A.N. Filippov, I.V. Kemkin

Cherty-clay deposits of the Khekhtsyur Ridge Jurassic accretionary prism, Sikhote-Alin: stratigraphy and genesis

The results of lithologic-stratigraphic study of cherty-clay deposits of the Khabarovsk terrane of the Jurassic accretionary prism are cited. The cross-section is located on the right bank of the Ussuri River in the western part of Bol'shoy Khekhtsyur Ridge (Ussuri-Khekhtsyur section). It is established that in different parts of the section the deposits differ in composition, age and origin. In the northern fragment of the section they are represented by Middle Bajocian red-brown siliceous tuffaceous silty mudstone and greenish-grey silty mudstone which accumulated in a hemipelagic area under the influence of continental source areas. In the southern part of the section Early Batonian greenish-grey siliceous mudstone, mudstone and yellow-brown tuffaceous mudstone are developed. They accumulated rather far from the continent in a hemipelagic area with the high contents of radiolarian plankton. It is shown that these rocks are the elements of two tectono-stratigraphic complexes reflecting different stages of the accretionary prism formation.

Key words: cherty-clay deposits, radiolarians, accretionary prism, Jurassic, Sikhote-Alin.