

ТЕРРИГЕННО-КАРБОНАТНЫЙ ТИП СЕДИМЕНТАЦИИ В СИЛУРЕ ГОРНОГО АЛТАЯ: СТРОЕНИЕ, ФАЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ, ФАУНИСТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

Н.В. Сенников^{1,2}, Р.А. Хабибулина¹, О.Т. Обут^{1,2}, Н.В. Новожилова^{1,2},
Д.А. Токарев^{1,2}, В.А. Лучинина¹

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

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

Проведено изучение строения и фациальных особенностей силурийских толщ смешанного терригенно-карбонатного типа седиментации. Получены новые палеонтолого-биостратиграфические данные. Высказаны предположения о стратиграфическом положении и литологических свидетельствах (маркерах) региональных проявлений в алтайских разрезах глобальных седиментационных событий — трансгрессивно-регрессивного Мульде (Mulde Event) и регрессивного Линде (Linde Event). По граптолитам и конодонтам оценено хроностратиграфическое положение регионального стратона — куимовского горизонта.

Silur, гомер, горсти, лудфорд, событийная стратиграфия, Горный Алтай.

SILURIAN TERRIGENOUS-CARBONATE SEDIMENTATION IN GORNY ALTAI: STRUCTURE, FACIES VARIABILITY, FAUNAL ASSEMBLAGES, AND STRATIGRAPHIC POSITION

N.V. Sennikov, R.A. Khabibulina, O.T. Obut, N.V. Novozhilova, D.A. Tokarev, and V.A. Luchinina

This paper discusses the structure and facies variability of the Silurian mixed terrigenous-carbonate strata and presents new paleontological and biostratigraphic data. It attempts to refine the stratigraphic position and provide new lithologic evidence (markers) for regional manifestations of global sedimentary events (Mulde transgressive-regressive and Linde regressive events) in the Altai sections. The chronostratigraphic position of the Kuimov Horizon, a regional stratigraphic unit, has been defined based on graptolite and conodont faunas.

Silurian, Homerian, Gorstian, Ludfordian, event stratigraphy, Gorny Altai

ВВЕДЕНИЕ

Силур — один из самых непродолжительных периодов в фанерозойской истории Земли — 24.6 млн лет [Gradstein et al., 2012]. При этом верхний силур, рассматриваемый в настоящее время в Общей стратиграфической шкале России как подсистема [Постановления..., 2013; Сенников и др., 2013], охватывает хроностратиграфический интервал всего в 8.2 ÷ 4.4 млн лет для лудловской эпохи (1.8 млн лет — горстийский век и 2.6 млн лет — лудфордский век) и 3.8 млн лет для пржидольской эпохи [Gradstein et al., 2012].

Силурийские отложения на территории Горного Алтая имеют широкое распространение. Наиболее обширные площади их выходов известны в Чарышско-Инской и Ануйско-Чуйской фациальных зонах на западе и в центральной части региона (рис. 1). Для первой половины силура в алтайских разрезах характерно контрастное чередование терригенных (свита Вторых утесов, сыроватинская и чесноковская свиты) и карбонатных, включая рифогенные (полатинская и чагырская свиты), комплексов. Во второй половине силура произошла смена осадочного режима и стали формироваться смешанные терригенно-карбонатные образования — куимовская свита.

ГЛОБАЛЬНЫЕ СЕДИМЕНТАЦИОННЫЕ И БИОТИЧЕСКИЕ СОБЫТИЯ СИЛУРА

Позднесилурийский этап развития осадочных бассейнов и обитавших в них палеобиот в различных регионах мира обладает рядом специфических особенностей. Во-первых, после глобальной, выдержанно направленной раннесилурийской трансгрессии с пиками высокого стояния в позднем теличе и позднем шейнвуде, началась устойчивая регрессия, осложненная эпизодами недавно выявленных, от-

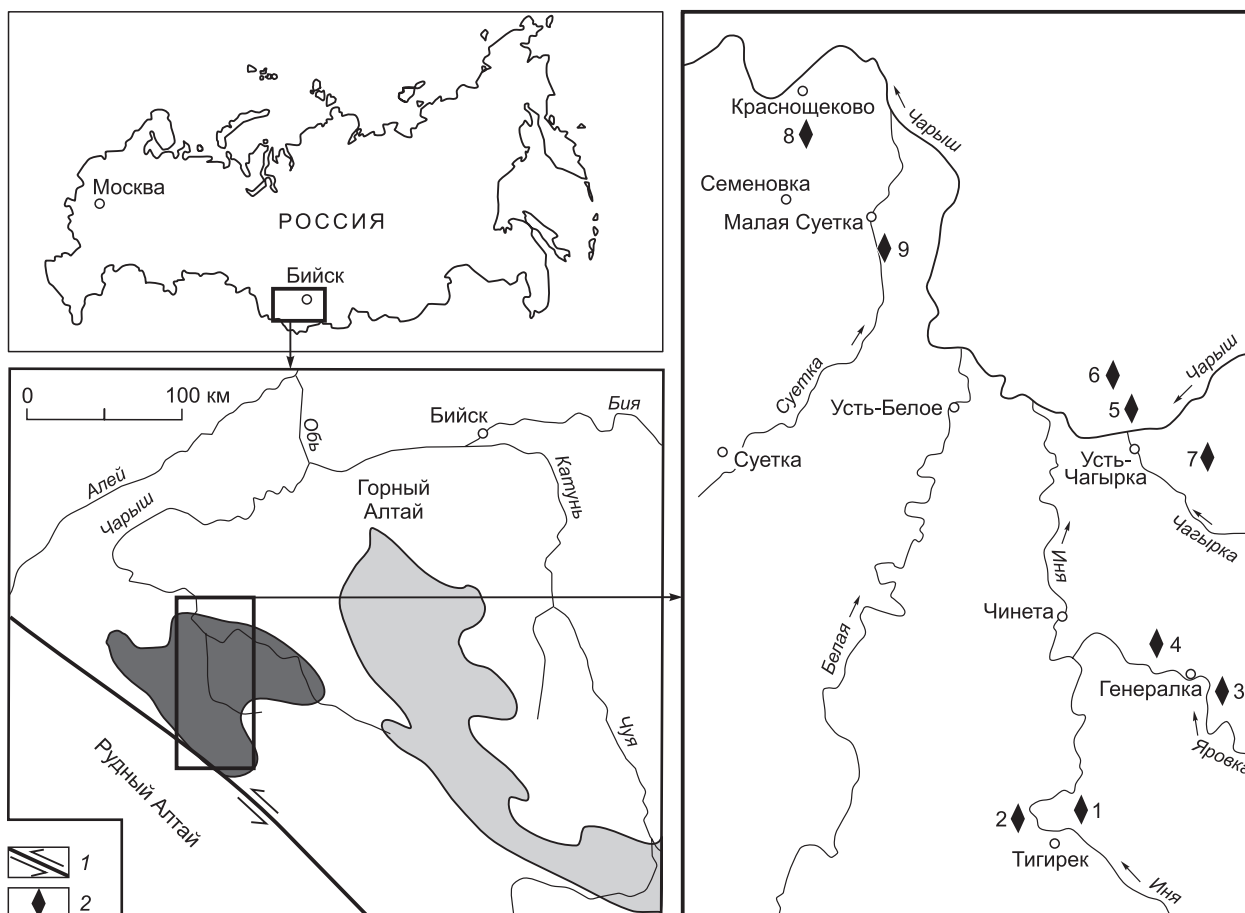


Рис. 1. Распространение силурийских отложений на Горном Алтае и местоположение изученных разрезов.

1 — зоны сдвигов крупнейших региональных блоков, 2 — разрезы: 1 — Тигирек (в том числе Тигирек-береговой), 2 — Клубничный, 3 — Генералка, 4 — Генералка-склоновый, 5 — Чарышский утес, 6 — Горный ключ, 7 — Правобережье Чагырки, 8 — Паутиха, 9 — Малая Суетка. Черным цветом показаны поля выходов силура в Чарышско-Инской, а светло-серым цветом — в Ануйско-Чуйской фациальных зонах.

носителем кратковременных трансгрессий [Kajo et al., 1996; Lehnert et al., 2010; Munnecke et al., 2010; Gradstein et al., 2012]. В целом на протяжении позднего силура зафиксировано проявление четырех глобальных трансгрессивно-регрессивных седиментационных событий: Мульде (Mulde Event), Линде (Linde Event), Лай (Lau Event) и Клев (Klev Event) [Kajo et al., 1996; Lehnert et al., 2007, 2010; Calner, 2008; Gradstein et al., 2012; Slavik et al., 2014] (рис. 2).

Во-вторых, быстрые эпизодические проявления трансгрессий на фоне общей регрессии приводили к появлению в позднесилурийских бассейнах невыдержанных по латерали и в стратиграфическом разрезе контрастных породных ассоциаций, являющихся отражением фациальных палеообстановок осадконакопления. В связи с этим фиксируемые смены бентосных сообществ в стратиграфическом разрезе во многом обуславливаются не эволюционными изменениями, а изменениями палеогеографических условий. Как следствие, например, возникают затруднения с разделением комплексов бентосных групп в лудловском отделе на типичные горстийские и лудфордские.

В-третьих, поздний силур был временем экосистемной перестройки с кардинальными преобразованиями в структуре и составе элементов биосферы при переходе от нижнепалеозойских биот к позднепалеозойским. В морских экосистемах широкое развитие получили разнообразные пелагические нектонные группы организмов, в том числе произошел расцвет вертебрата. Началось становление континентальных палеобиот как флористической, так и фаунистической.

Вблизи границы гомерского и горстийского ярусов (граница венлокского и лудловского отделов) установлено абиотическое событие Мульде (Mulde Event — углеродное изотопное событие — CIE), приуроченное к стратиграфическому интервалу граптолитовой зоны *parvus*—*nassa*; конодонтовой зоны

Общая стратиграфическая шкала				Стандартные зональные шкалы		Глобальные события [Jaeger, 1991; Urbanek, 1993; Koren; Urbanek, 1994; Storch, 1995; Kaljo et al., 1996; Корень и др., 2006; Lehnert et al., 2007, 2010; Calner, 2008; Sadler et al., 2011; Cramer et al., 2011; Gradstein et al., 2012; Jarochowska et al., 2013; Slavik et al., 2014; Castanger et al., 2015]		
Система	Подсистема	Отдел	Ярус	Граптолиты (по [Gradstein et al., 2012] с уточнениями таксономии родовых и видовых индексов)	Конодонты [Gradstein et al., 2012]	Седиментационные	Биотические	
Силурийская	Верхняя	Придольский		<i>Istrograptus transgrediens</i> – ‘ <i>Monograptus</i> ’ <i>perneri</i>	<i>Oulodus elegans detortus</i>	★ Клев (Klev)		
				‘ <i>Monograptus</i> ’ <i>bouceki</i>	Интервал-зона <i>Ozarkodina eosteinhornensis</i> s.l.			
				<i>Neocolonograptus lochkovens</i> <i>Neocolonograptus branikensis</i>				
				<i>Neocolonograptus ultimus</i> <i>Neocolonograptus parultimus</i>				
		Лудловский	Лудфордский	<i>Formosograptus formosus</i>	<i>Ozarkodina crista</i>	★ Лай (Lau)		
				<i>Neocucullograptus kozlowskii</i> – <i>Polonograptus podoliensis</i>	Интервал-зона <i>Ozarkodina snajdri</i>			⬡ kozlowskii
				<i>Bohemograptus tenuis</i>	<i>Polygnathoides siluricus</i>			★ Линде (Linde)
			<i>Saetograptus leintwardinensis</i> – <i>Saet. linearis</i>	<i>Ancoradella ploekensis</i>				
			Горстийский	<i>Lobograptus scanicus</i>	Интервал-зона <i>Kockelella variabilis variabilis</i>			
				<i>Neodiversograptus nilssoni</i>	<i>Kockelella crassa</i>	★ Мульде (Mulde)		⬡ lundgreni
	Гомерский	<i>Colonograptus ludensis</i>		<i>Kockelella ortus absidata</i>				
		<i>Colonograptus deubeli</i>						
		<i>Colonograptus praedeubeli</i>						
		<i>Gothograptus nassa</i> <i>Pristiograptus parvus</i>	<i>Ozarkodina bohemia longa</i>					
		<i>Cyrtograptus lundgreni</i>	<i>Ozarkodina sagitta sagitta</i>					
		Шейнвудский	<i>Cyrtograptus rigidus</i> – <i>Streptograptus antennularius</i> – <i>Monograptus belophorus</i>	<i>Kockelella ortus ortus</i>				
	<i>Kockelella walliseri</i>							
	<i>Ozarkodina sagitta rhenana</i>							
	<i>Monograptus riccartonensis</i> – <i>Mon. firmus</i>		<i>Kockelella ranuliformis</i> S.Z.					
	<i>Cyrtograptus murchisoni</i>		<i>Pterospathodus pennatus procerus</i> S.Z.					

Рис. 2. Стратиграфическое положение глобальных седиментационных и биотических событий в венлокском, лудловском и придольском отделах силура.

Ozarkodina bohemia longa [Lehnert et al., 2007, 2010; Calner, 2008; Jarochovska et al., 2013; Castagner et al., 2015]. В силурийских разрезах в Западной Европе (Тюрингия, Сардиния) фиксируется появление в верхах венлока маломощных сланцевых прослоев [Jaeger, 1991]. В начале события Мульде наблюдалось **низкое стояние** уровня Мирового океана, а в конце события — **высокое стояние** этого уровня с предполагаемым масштабом поднятия уровня в 16 м [Calner, 2008; Lehnert et al., 2010]. С событием Мульде также соотносится и поздневенлокское биотическое событие *lundgreni* (в кровле граптолитовой зоны *lundgreni* и в зоне *parvus*—*nassa*) [Koren', Urbanek, 1994; Storch, 1995; Корень и др., 2000, 2006; Sadler et al., 2011].

Седиментационные свидетельства регрессивного события Линде (Late Gorstian — Early Ludfordian Event = Linde Event) зафиксированы в кровле граптолитовой зоны *scanicus* — в основании граптолитовой зоны *lentwardinensis* (середина конодонтовой зоны *A. ploekensis*). Событие Линде показывает **низкое стояние** уровня Мирового океана [Kaljo et al., 1996; Lehnert et al., 2007, 2010; Calner, 2008; Gradstein et al., 2012; Sullivan et al., 2018]. В составе граптолитовых сообществ на этом уровне отмечается биотическое событие вымирания *lentwardinensis* [Urbanek, 1993; Storch, 1995; Корень и др., 2006].

Среднелудфордское трансгрессивное событие Лай, литологические проявления которого выявляются выше основания граптолитовой зоны *Bohemograptus bohemicus* и ниже основания конодонтовой

зоны Ozarkodina snajdri, указывает на **высокое стояние** уровня Мирового океана. Термин «событие Лау» обычно применяют для биотического события вымирания (конодонты, граптолиты) [Urbanek, 1993], иногда применяется название «событие kozlowskii» по наименованию граптолитовой зоны, в кровле которой оно наиболее ярко проявлено (kozlowskii Event — зона formosus или зона fragmentalis) [Storch, 1995; Корень и др., 2006; Slavik et al., 2014]. Крупные углеродная (CIE) и кислородная изотопные аномалии зафиксированы позднее события Lay [Lehnert et al., 2007, 2010; Calner, 2008; Munnecke et al., 2010; Cramer et al., 2011; Gradstein et al., 2012; Slavik et al., 2014]. По оценкам различных исследователей, между событиями Линде и Лау произошло поднятие уровня Мирового океана на 30 м [Calner, 2008; Lehnert et al., 2010].

Регрессивное событие Клев (Klev Event) локализуется в низах пржидольского отдела на уровне граптолитовой зоны ultimus и свидетельствует о **низком стоянии** уровня Мирового океана [Kaljo et al., 1996; Lehnert et al., 2007, 2010; Calner, 2008; Gradstein et al., 2012].

МЕСТНЫЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ СТРАТОНЫ ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ СИЛУРА АЛТАЯ

Верхнюю часть силурийских осадочных образований в западной части Горного Алтая составляют терригенно-карбонатные породы, относимые к куимовской свите. Эта свита вскрывается в Чарышско-Инской и Ануйско-Чуйской фациальных зонах Горного Алтая (см. рис. 1). На Салаире на этом стратиграфическом уровне располагается потаповская свита. Наиболее представительные разрезы куимовской свиты, в том числе и ее стратотип, находятся в Чарышско-Инской зоне, охватывающей западную часть Горного Алтая. На первом этапе исследований весь разрез силура Горного Алтая подразделялся на чинетинскую (подчагырскую) терригенную и чагырскую карбонатную свиты, относимые соответственно к нижнему и к верхнему силуру [Бубличенко, 1936; Стратиграфический..., 1956; Стратиграфия..., 1965; Владимирская, Желтоногова, 1967]. При прослеживании в Чарышско-Инской фациальной зоне Алтая площадного распространения образований чагырской свиты (чагырских известняков) к ней были отнесены карбонатные отложения на правом берегу р. Чарыш напротив с. Усть-Чагырки (стратотип); в правобережье р. Чагырка в ее нижнем течении; на р. Иня (левый приток р. Чарыш) у пос. Талый и на той же реке у пос. Тигирек; на р. Яровка, у дер. Генералка [Барцева, Перфильев, 1957; Перфильев, 1959; Стратиграфия..., 1965; Стратиграфический..., 1975], а также некоторые разрезы в Ануйско-Чуйской фациальной зоне Горного Алтая.

Чагырский стратон подразделялся на две части: нижнюю, состоящую исключительно из известняков, и верхнюю, представленную известняками и алевролитами [Стратиграфический..., 1975]. На основе фаунистических комплексов чагырской свиты был выделен чагырский горизонт [Стратиграфия..., 1965; Владимирская, Желтоногова, 1967], относимый к лудлову верхнего силура. Позднее чагырский горизонт стал соотноситься с венлоком и лудловом [Стратиграфический..., 1975]. В официальной стратиграфической схеме силура Горного Алтая [Решения..., 1983] чагырский горизонт сопоставлялся с венлоком (ныне шейнвудский и гомерский ярусы).

Как самостоятельное местное стратиграфическое подразделение куимовский стратон был предложен Н.П. Кульковым для обособления верхней части чагырской свиты [Кульков, 1966, 1967], имеющей специфический терригенно-карбонатный состав и содержащей лудловский (позднесилурийский) комплекс органических остатков (табулят, ругоз, строматопорат, брахиопод, трилобитов), отличающийся от раннесилурийского комплекса стратотипа чагырской свиты. Таким образом, чагырскую свиту (и, соответственно, чагырский горизонт) стали сопоставлять с венлоком нижнего силура. В последние годы [Сенников и др., 2014] установлено, что чагырский горизонт следует соотносить только с шейнвудским ярусом венлока.

Стратотипический разрез куимовской свиты находится в районе пос. Тигирек (см. рис. 1), вблизи кл. Куимов (правый приток р. Иня), около бывшего пос. Комсомolec [Кульков, 1966, 1967; Елкин и др., 1974; Ивановский, Кульков, 1974].

В качестве регионального стратона — куимовского горизонта, это подразделение было предложено А.Б. Ивановским и Н.П. Кульковым [1974]. Куимовский горизонт соотносился [Ивановский, Кульков, 1974; Стратиграфический..., 1975; Решения..., 1983; Sennikov et al., 2008] со всем объемом лудлова, ныне лудловского отдела (горстийский и лудфордский ярусы). Недавно [Сенников и др., 2014] было предположено, что куимовский горизонт охватывает гомерский ярус венлока и лудловский отдел.

В Ануйско-Чуйской фациальной зоне Горного Алтая куимовская свита перекрывается черноануйской свитой, коррелируемой с пржидольским отделом силура. Следует отметить, что в этой части Алтая между куимовской свитой и перекрывающей ее черноануйской свитой было предложено выделять местный стратон — марагдинскую свиту [Миронова, 1978; Стратиграфический..., 1991]. Однако это не было подтверждено данными геологического картирования [Государственная..., 2001а, б], в связи с чем ее можно рассматривать как марагдинскую пачку куимовской свиты [Сенников и др., 2014].

НОВЫЕ ЛИТО- И БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

До недавнего времени поля выходов куимовской свиты в Чарышско-Инской фациальной зоне Алтая ограничивались ареалом в верховьях р. Иня, в районе пос. Тигирек [Кульков, 1966, 1967; Елкин и др., 1974; Стратиграфический..., 1975; Решения..., 1983]. Затем [Сенников и др., 1988] появились данные о наличии ареала куимовской свиты севернее пос. Тигирек, в среднем течении р. Яровка (правый приток р. Иня), а позднее [Сенников и др., 2001б; Sennikov et al., 2008] и в предгорьях Алтая, у с. Краснощеково (см. рис. 1).

Авторы настоящей статьи в 2012—2017 гг. вновь изучили все ранее известные разрезы куимовской свиты в Чарышско-Инской фациальной зоне и обнаружили новые. Анализ и обобщение всех материалов были положены в основу настоящей статьи.

Разрез Тигирек (Куимов) является стратотипическим разрезом куимовской свиты. Он расположен на правом берегу Ини, выше пос. Тигирек, вблизи руч. Куимов, на левом и правом бортах этого ручья и вдоль правого борта р. Иня, ниже устья названного ручья. Разрез изучался разными исследователями [Кульков, 1966, 1967; Елкин и др., 1974]. Наиболее обнаженная часть стратотипа составляет правый скальный борт Ини (рис. 3).

В стратотипическом разрезе куимовской свиты Н.П. Кульков [1967] описал четыре группы пачек, по которым можно выделить три части свиты (рис. 4). К нижней части (первая группа пачек, по Н.П. Кулькову) относится переслаивание известняков и известковистых алевролитов, к средней части (вторая и третья группы пачек, по Н.П. Кулькову) — толсто- и среднеслоистые известняки, а к верхней части (четвертая группа пачек, по Н.П. Кулькову) — чередование тонко- и толстослоистых известняков. Эти части стратотипа достаточно хорошо отличаются друг от друга и по фаунистическим комплексам. Для нижней части свиты в стратотипе характерны брахиоподы *Schelwienella williamsi* Kulk., *Didymothyris didyma* (Dalm.), *Ferganella borealis* (Schloth.), *Lissatrypa operosa* Kulk., *Stegerhynchus nuculus* (Sow.); табуляты *Parastriatopora* ex gr. *mutabilis* Tchern., *Paleofavosites* ex gr. *lichenaroides forbesiformis* Sok., *Favosites* ex gr. *lichenarioides* Sok., *Parastriatopora* ex gr. *mutabilis* Tchern., *Halysites* sp., *Mesofavosites nigeranuensis* Miron.; ругозы *Lamprophyllum* sp., *Tryplasma flexiosum* (L.), *Cystiphyllum siluriense* Londs.; строматопораты *Actinostroma* ex gr. *intertextum* Nich.; в средней части свиты определены брахиоподы *Conchidium knighti* (Sow.), *Lissatrypa operosa* Kulk., *Leptaena* ex gr. *rhomboidalis* (Wilck.), *Ferganella borealis* (Schloth.); табуляты *Squameolites squamiger* Bond., *Favosites* ex gr. *mammilatus* Tchern., *Coenites* sp., *Parastriatopora* ex gr. *mutabilis* Tchern., *Mesofavosites nigeranuensis* Miron.; ругозы *Tryplasma* ex gr. *hedstroemi* (Wdkd), *Chavsakia* ex gr. *chavsakiensis* Lavr.; строматопораты *Actinostrophia* aff. *skalense* Riab., *Actinostrophia* cf. *astroites* Rosen.; а в верхней ее части — брахиоподы *Conchidium knighti* (Sow.), *Stegerhynchus nuculus* (Sow.), *Ferganella borealis* (Schloth.); табуляты *Parastriatopora* ex gr. *mutabilis* Tch-

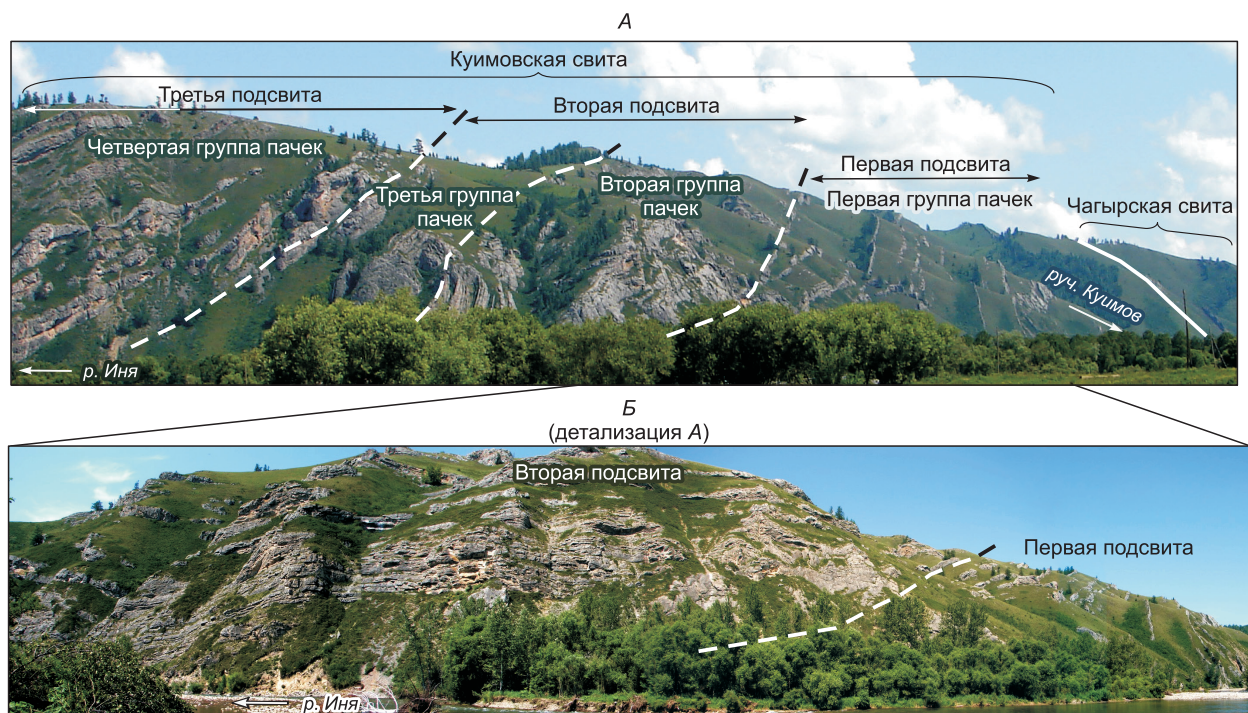


Рис. 3. Фотопанорама разреза Тигирек (А — общая, Б — Тигирек-береговой).

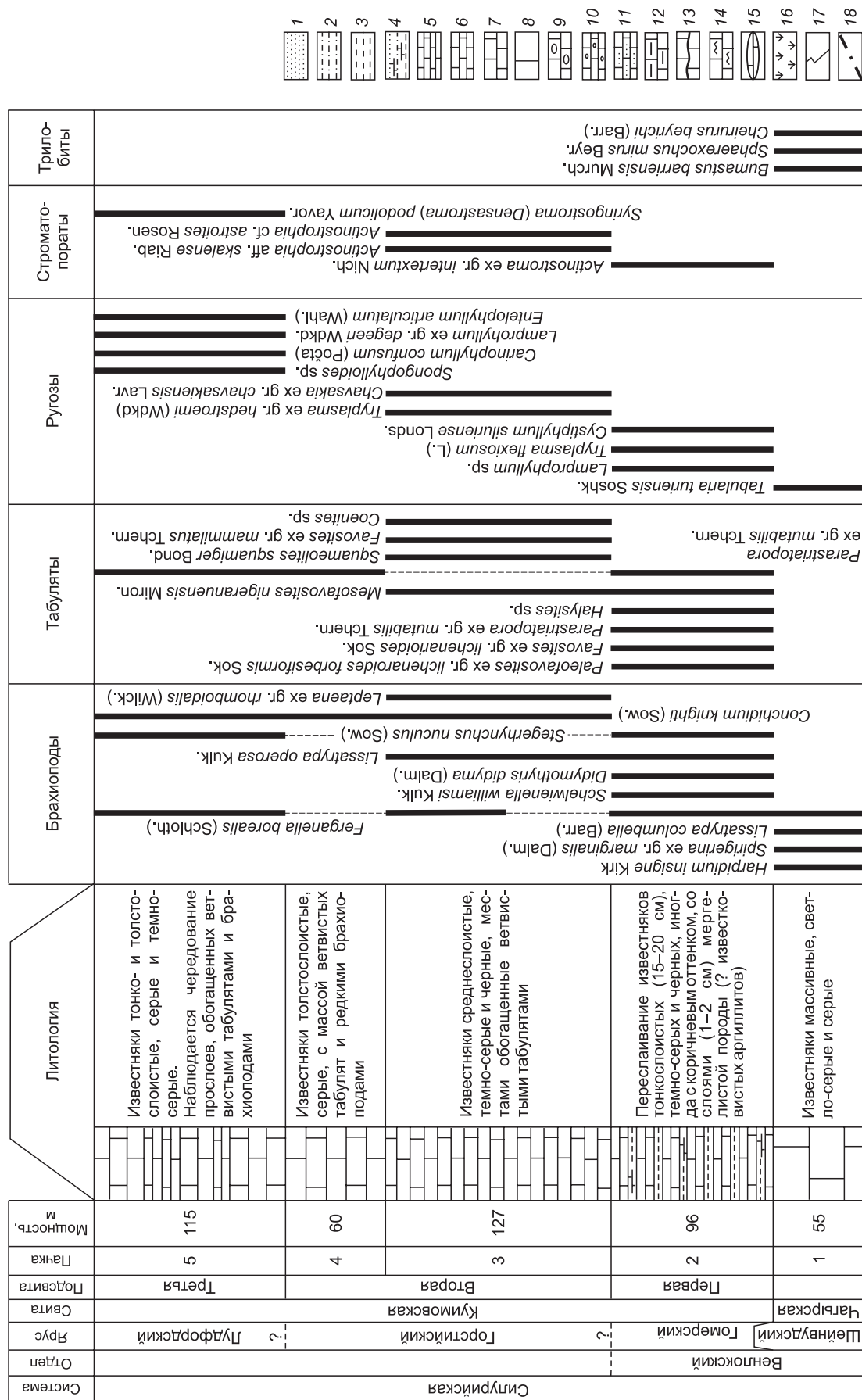


Рис. 4. Литологическая колонка и распространение фауны в разрезе Тигирек.

Усл. обозн. к рис. 4, 5, 7–9: 1 — песчаники; 2 — алевролиты; 3 — аргиллиты; 4 — терригенные породы с повышенной известковистостью; 5–14 — известняки; 5 — тонкослоистые, 6 — среднеслоистые, 7 — толстослоистые, 8 — массивные, неслоистые, 9 — сингенетичные брекчи и конгломератобрекчи, 10 — с гравийным материалом, 11 — с песчаным материалом, 12 — глинистые, 13 — волнисто-слоистые, 14 — бногтермные; 15 — линзы известняков; 16 — задернованные интервалы; 17 — резкие фациальные переходы, 18 — тектонические нарушения.

ern.; ругозы *Spongophylloides* sp., *Carinophyllum confusum* (Pocta), *Lamprohyllum* ex gr. *degeeri* Wdkd, *Entelophyllum articulatum* (Wahl.); строматопораты *Syringostroma* (*Densastroma*) *podolicum* Yavor. [Кульков, 1967]. Обратим внимание, что лудловский, наиболее распространенный элемент брахиоподового комплекса, заложенный в основу выделения куимовской свиты [Кульков, 1966, 1967], таксон *Conchidium knighti* (Sow.) появляется во второй части стратотипа.

Формально, отмеченные три части стратотипического разреза куимовской свиты можно считать элементами деления этой свиты на первую, вторую и третью подсвиты. Однако следует отметить, что, как будет показано ниже, при удалении от стратотипической местности куимовской свиты в ее разрезах не всегда наблюдается устойчивое закономерное сочетание как литологических, так и палеонтологических критериев для строгого деления на подсвиты. Однако, согласно [Стратиграфический..., 2006], это допускается при делении свит на подсвиты. Литологической спецификой первой подсвиты куимовской свиты является наличие пачек и слоев аргиллитов и алевролитов, второй подсвиты — присутствие мас-

Система	Отдел	Ярус	Свита	Подсвита	Группа пачек	Пачка	Мощность, м	Литология	Табуляты	Ругозы	Криноидеи	Мшанки	Брахиоподы		
Силурийская	Венлокский	Гомерский	Куимовская	Вторая	Нижняя часть второй группы пачек стратотипа [Кульков, 1967]	9	>30	Незакономерное переслаивание глинистых, средне- (0.2–0.5 м) и толстослоистых (0.5–1.5 м) серых и темно-серых известняков с многочисленными остатками фауны. Встречаются единичные водорослевые биогермы диаметром до 2 – 3 м. Вверх по разрезу пачки глинистость нарастает. Наблюдаются поверхности хард-граунда (hard-ground) с окремненными, хорошо сохранившимися остатками фауны	■	■	■	■	■		
						8	20	Известняки средне- и толстослоистые (0.3–1.0–1.5 м) серые и темно-серые до черных с обильной фауной. По простиранию переходят в массивные известняки, в том числе водорослево-биогермные. Размер биогермов по площади 3×7 м, при высоте 0.3–0.5 м	■	■	■	■	■		
						7	0.3–0.4	Известняки серые. Табуляторугозово-мшанковый биогерм («коралловый луг»)	■	■	■	■	■		
				Первая	Верхняя часть первой группы пачек стратотипа [Кульков, 1967]	6	>1.0	Известняки среднетолстослоистые, глинистые, серые и темно-серые	■	■			■		
						5	0.1–0.15	Известняки тонкослоистые, глинистые, черные (до листоватых известковистых аргиллитов)	■						
						4	10	Известняки тонкослоистые, плитчатые (1–5 см), темно-серые	■				■		
						3	5 – 7	Аргиллиты глинистые и известковистые, желтого и светло-табачного цвета	■						
						2	10	Известняки тонкослоистые, слабоглинистые, плитчатые (1–5 см), темно-серые	■						
						1	1	Известняки толстослоистые, серые	■						
	Лудловский	Горстийский													

Рис. 5. Литологическая колонка и распространение фауны в разрезе Тигирек-береговой.

Усл. обозн. см. на рис. 4.

сивных слоев известняков, в том числе с водорослевыми биогермами, а третьей подсвиты — хорошо выраженное циклическое строение пачек тонко-, средне- и толстослоистых карбонатных пород.

Изучение пограничного интервала первой и второй подсвит куимовской свиты в стратотипе на правом борту р. Иня показало (рис. 5) следующее. В первой подсвите куимовской свиты в разрезе **Тигирек-береговой** имеется терригенный материал, сконцентрированный в достаточно мощные (от 3—5 до 7 м) слои сильноизвестковистых желтовато-серых тонкоплитчатых аргиллитов (рис. 6, фиг. 8). Аргиллиты располагаются между пачками глинистых известняков. В низах второй подсвиты куимовской свиты (см. рис. 6, фиг. 4) известняки представлены: 1) массивными, слабослоистыми («чистые»), 2) слоистыми, слабоглинистыми и 3) комковатыми, неслоистыми, глинистыми разностями. Между массивными и глинистыми известняками наблюдаются резкие границы. Стратиграфически выше имеются широкие (до 3—5 м в диаметре), но маломощные (0.2—0.5 м) водорослевые биогермы. Такие биогермы наслаиваются друг на друга, что в крупном плане создает «эффект» строения выпуклых биогермов средних размеров, какие обычно характеризуют центральные зоны рифовых сооружений. Встречаются окремненные поверхности типа хард-граунд (hard-ground — твердое дно) с многочисленными фаунистическими остатками (см. рис. 6, фиг. 6). Структура «твердое дно» свидетельствует о кратковременном прекращении осадконакопления, сопровождающемся последующим осаждением кремнезема (повышенная концентрация).

Разрез Клубничный. Этот разрез находится в 1—1.5 км от разреза Тигирек, являясь его западным продолжением, осложненным дислокациями. Впервые куимовская свита в верхней части этого разреза была описана коллективом авторов в 1974 г. [Елкин и др., 1974]. Затем [Базарова, 1984, 1990; Бахарев, Базарова, 2004; Sennikov et al., 2008] была пополнена фаунистическая характеристика этого разреза. Авторы настоящей статьи в последние годы детализировали описание его пачек (рис. 7, А). В разрезе Клубничный отмечается несколько циклов ритмичного переслаивания (без обособленных слоев с терригенным материалом) снизу вверх: а) комковатых, неслоистых, сильноглинистых известняков, б) слоистых (от 3—5 до 15 см), слабоглинистых известняков, 3) массивных, крупноплитчатых (0.5—1 м) «чистых» известняков (см. рис. 6, фиг. 1, 2). Имеются поверхности (типа «твердое дно»), на которых все органические остатки окремнены. По литологическим (циклическое строение) и фаунистическим характеристикам следует считать, что в нем обнажается третья подсвита куимовской свиты.

Разрез Генералка. В районе пос. Генералка, в правобережье р. Яровка верхняя часть силурийского разреза, сложенная терригенно-карбонатными породами, ранее относилась к чагырской свите [Барцева, Перфильев, 1957]. Она впервые была отнесена к куимовской свите по находкам лудловских трилобитов, брахиопод, табулят и ругоз [Сенников и др., 1988]. Позднее удалось детализировать описание этой верхней части силурийских отложений (см. рис. 7, Б). В разрезе наблюдаются четыре части: нижняя из них сложена чередованием песчаников, алевролитов и аргиллитов с линзами известняков, следующая часть — органогенно-обломочными слабоглинистыми известняками, вышележащая часть — переслаиванием алевролитов и аргиллитов, верхняя часть — слабоглинистыми известняками. Нижние три части куимовской свиты в разрезе Генералка следует относить к первой подсвите куимовской свиты, а верхнюю часть — ко второй ее подсвите.

Разрез Генералка-склоновый. Впервые изучен авторами настоящего сообщения в 2016 и 2017 гг. (см. рис. 7, В). Он находится в недавно сделанном карьере у дороги из пос. Чинета, на правом склоне сухого лога у начала спуска к р. Яровка в дер. Генералка. Представленное там переслаивание пачек алевролитов и аргиллитов с редкими линзами и пачками известняков (см. рис. 5, фиг. 9) достаточно хорошо сопоставляется с нижней частью разреза Генералка, что позволяет относить разрез Генералка-склоновый к первой подсвите куимовской свиты.

Разрез Чарышский утес. Карбонатный силурийский разрез в правобережье р. Чарыш, напротив с. Усть-Чагырка (рис. 8, 9, А), относимый к стратотипу чагырской свиты, рассматривался многими исследователями [Бубличенко, 1936; Стратиграфия..., 1965; Кульков, 1966, 1967; Елкин и др., 1974]. Детальное изучение самых верхов этого разреза показало его литологические отличия от остальной части стратотипа, представленной неслоистыми массивными водорослево-биогермными известняками (см. рис. 8, 9, А). Непосредственно у уреза воды, в нижнем по течению р. Чарыш крае береговых обрывов, наблюдаются известняки со слабовыраженной среднекрупнослоистостью (от 10—15 см до 0.5 м) (см. рис. 6, фиг. 10). Поверхности границ пачек волнистые, с глинистыми примазками. Встречаются слои калькаренитов и кальцирудитов, сформировавшиеся в зоне воздействия регулярных волн. В наиболее массивных, неслоистых пачках имеются мелкие биогермы (0.2—0.5 м в диаметре). Несмотря на то, что в этой части разреза практически отсутствует терригенный материал, следует предложить относить рассматриваемые крупносредне- и тонкослоистые (5—7 см) известняки не к чагырской свите, а к низам вышележащей куимовской свиты (низы первой подсвиты). Такой феномен наблюдается на границе чагырского и куимовского стратонів в стратотипическом разрезе Тигирек.

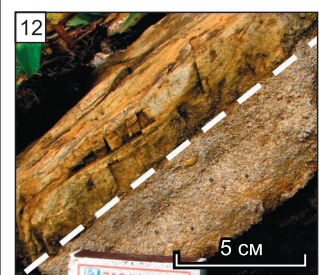
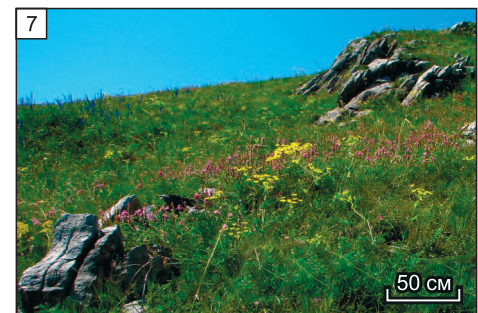
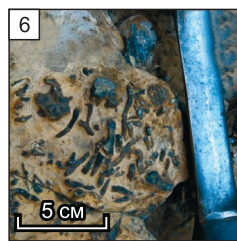
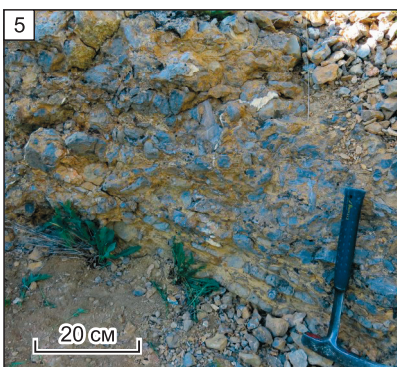


Рис. 6. Структурные и текстурные особенности выходов силурийских пород куимовской свиты на Горном Алтае.

Фиг. 1 — циклическое строение третьей подсвиты; фиг. 2 — ритмичное строение одного из седиментационных циклов третьей подсвиты; фиг. 3 — волнистая форма пачки черных глинисто-углеродистых пород в верхах первой подсвиты; фиг. 4 — характер границы первой и второй (нависающий уступ) подсвит; фиг. 5 — сингенетичная карбонатная конгломератобрекчия в нижней части ритма третьей подсвиты; фиг. 6 — окремненная фауна на поверхности «твердое дно» (hard-ground) во второй подсвите; фиг. 7 — характер перехода из массивных и крупнослоистых известняков в средне- и тонкослоистые известняки в первой подсвите; фиг. 8 — желто-серые известковистые аргиллиты первой подсвиты; фиг. 9 — линзы известняков среди табачно-серых аргиллитов первой подсвиты; фиг. 10 — волнисто-среднеслоистые известняки низов первой подсвиты куимовской свиты; фиг. 11 — градационная слоистость во второй подсвите; фиг. 12 — контакт терригенных (вверху) и карбонатных (внизу) пачек дистальных гравитационных микститов во второй подсвите. Фиг. 1, 2, 5 — разрез Клубничный; фиг. 3, 4, 6, 8 — разрез Тигирек-береговой; фиг. 7 — разрез Правобережье Чагырки; фиг. 9 — разрез Склоновый; фиг. 10 — разрез Чарыш-береговой; фиг. 11, 12 — разрез Паутиха.

Разрез Горный ключ. Терригенно-карбонатный разрез в районе бывшего одноименного поселка на правобережье р. Чарыш непосредственно (< 200 м) примыкает к стратотипу чагырской свиты (см. рис. 8). Он был отнесен к куимовской свите при Госгеолсъемке-50 000 в 1982—1983 гг. Н.В. Сенников совместно с геологами-съемщиками в то время проводил биостратиграфические исследования. Ранее эти отложения относили к чагырской свите [Стратиграфия..., 1965]. Авторы настоящего сообщения изучили и впервые послойно описали рассматриваемый разрез (см. рис. 9, Б). Он находится в восточной окраине бывшего поселка, на обособленной возвышенности, в 500 м от р. Чарыш. В нижней его части обнажаются терригенные пачки, а в верхней — чередование терригенных и карбонатных пачек. Известняки — в виде линзовидных не выдержанных по простиранию тел. По геологическому положению (контактирование при параллельном согласном залегании через задернованный интервал с низами куимовской свиты в стратотипе чагырской свиты в разрезе Чарышский утес) и литологическим особенностям разрез Горный ключ следует относить к первой подсвите куимовской свиты.

Разрез Правобережье Чагырки. Площадной ареал чередования терригенно-карбонатных и карбонатных пород в правобережье р. Чагырка юго-восточнее с. Усть-Чагырка был вычленен из ранее картируемого поля отложений чагырской свиты [Перфильев, 1959; Стратиграфия..., 1965] и отнесен к куимовской свите при Госгеолсъемке-50 000 в 1982—1983 гг. Авторы настоящей статьи изучили рассматриваемый разрез (см. рис. 9, В). Он расположен юго-восточнее горы Поскотная, на склоне вершины, обращенном в сторону р. Чагырка. В нижней части разреза куимовской свиты там можно наблюдать переслаивание известняков глинистых, органогенно-обломочных, неравномерно обогащенных песчано-глинистым материалом. Терригенный материал не концентрируется в отдельные изолированные слои. Такое чередование карбонатов может быстро переходить по простиранию в чистые органогенно-обломочные известняки (см. рис. 6, фиг. 7). В средней части куимовской свиты располагаются массивные, пелитоморфные, криноидные известняки. Верхняя часть рассматриваемого разреза сложена толстослоистыми органогенно-обломочными известняками с песчано-гравийным материалом. По литологическим критериям нижнюю часть разреза Правобережье Чагырки следует относить к первой подсвите, среднюю — ко второй подсвите и верхнюю — к третьей подсвите куимовской свиты.

Разрез Паутиха. Последовательность чередования пачек песчаников, алевролитов и известняков в правобережье нижнего течения р. Паутиха между селами Краснощеково и Семеновка была отнесена к куимовской свите на основе находок лудловских брахиопод, трилобитов, конодонтов [Сенников и др., 2001б; Sennikov et al., 2008]. Авторы настоящего сообщения изучили и в 2012 г. впервые послойно описали рассматриваемый разрез (см. рис. 9, Г). В нем наблюдается чередование пачек песчаников, алевролитов и органогенно-обломочных известняков.

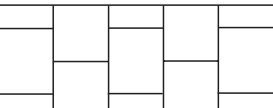
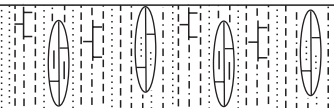
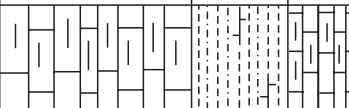
Конодонты разреза Паутиха *Panderodus gracilis* (Branson et Mehl), *Panderodus unicostatus* (Branson et Mehl), *Belodella* cf. *anormalis* Cooper, *Pelekysgnathus dubius* Jeppsson, *Wurmiella excavata* (Branson et Mehl), *Ozarkodina* cf. *cadiaensis* Bischoff, *Ozarkodina* sp. указывают на интервал горсти—лудфорд [Обут и др., 2013].

В качестве дополнения следует привести следующую информацию. К низам разреза Паутиха примыкает блок темно-серых аргиллитов с граптолитами плохой сохранности (*Monograptus* cf. *flemingi* (Salter), *Monoclimacis* sp., *Pristiograptus* sp., а также дендроидные граптолиты *Callograptus* sp.). В 7.5 км восточнее разреза Паутиха, в правобережье р. Суетка, в 2 км южнее с. Малая Суетка, имеется небольшой выход темноцветных слоистых аргиллитов мощностью более 30 м, в котором были найдены брахиоподы и граптолиты. Среди граптолитов в разрезе Малая Суетка были определены *Testograptus testis* (Barrande), *Monograptus* sp., *Callograptus* sp. Первый таксон является видом-индексом самой нижней граптолитовой зоны гомера — lundgreni/testis. Ознакомившийся с небольшой малосуеткинской коллекцией брахиопод чешский палеонтолог В. Гавличек (V. Havlíček) в устной беседе высказал мнение об

А

Система	Отдел	Ярус	Свита	Подсвита	Пачка	Мощность, м	Литология		Стромато-поросы	Ругозы	Брахиподы	Трилобиты	Остракоды	Другие группы
Силурийская	Венпоцкий	Шейнвудский	Чарыпская		5 (9)	30								

Рис. 7. (Начало)

Система	Отдел	Ярус	Свита	Подсвита	Пачка	Мощность, м	Литология		Табулаты	Ругозы	Брахиподы	Трилобиты
Силурийская	Венлокский	Шейнвудский	Чатырская		1 (23)	~500		Известняки массивные, серые, в нижней части пачки почти черные	■ <i>Tuvaeolites</i> ex gr. <i>hemisphaericus</i> (Tchern.) ■ <i>Barrandeolites</i> cf. <i>dowerbanki</i> (M. Edw. et H.) ■ <i>Halysites</i> ex gr. <i>optimus</i> Kov. ■ <i>Favosites</i> sp. ■ <i>Parastratopora</i> ex gr. <i>kureikiana</i> Sok. ■ <i>Mesofavosites</i> cf. <i>nigeranensis</i> Miron. ■ <i>Subalveolites</i> sp. ■ <i>Plasmopora</i> sp. ■ <i>Taxopora altaica</i> Miron. ■ <i>Taxopora salatica</i> Miron. ■ <i>Taxopora xenia</i> Sok. ■ <i>Multisolenia</i> sp. ■ <i>Subalveolites</i> sp. ■ <i>Coenites</i> sp. ■ <i>Helolites</i> sp. ■ <i>Placocoenites</i> (?) sp. ■ <i>Tryplasma loveni</i> (M. Edw. et H.)	■ <i>Tryplasma</i> ex gr. <i>tomchunmysensis</i> Zheht. ■ <i>Hedstroemophyllum gukovensis</i> Zheht. ■ <i>Spongophylloides perfecta</i> (Dub.) ■ <i>Pycnostylus guephensis</i> (Zheht.) ■ <i>Dinophyllum variabilis</i> (Zheht.) ■ <i>Zelophyllum ludlovensis</i> Zheht. ■ <i>Spongophylloides</i> sp.	■ <i>Ferganella borealis</i> (Schloth.) ■ <i>Conchidium biloculare</i> (Zinn.) ■ <i>Atrypoides operosa</i> Kulik. ■ <i>Eospirifer radiatus</i> (Sow.) ■ <i>Atrypa</i> aff. <i>reticulans</i> (Linn.) ■ <i>Leptaena depressa</i> (Sow.) ■ <i>Leptostrophia</i> (?) sp. indet. ■ <i>Lissatrypa</i> (?) sp. ■ <i>Tuvaechonetes</i> (?) minor Kulik. ■ <i>Spirigera</i> (?) <i>supramarginalis</i> (Khait.) ■ <i>Carinata</i> sp. ■ <i>Stegophyllum nuculus</i> (Sow.) ■ <i>Howella elegans</i> (Muir-Wood) ■ <i>Protatrypa didyma</i> (Dalm.) ■ <i>Eospirifer</i> (?) sp. indet. ■ <i>Eoplectodonta</i> (?) sp. ■ <i>Tannuspirifer</i> (?) cf. <i>posterus</i> Kulik.	■ <i>Warburgella obscura</i> Volk. ■ <i>Phacopidae</i> (?) <i>Anaspis</i> sp.) ■ Lichidae ■ <i>Warburgella verucunda</i> Volk. ■ <i>Warburgella stokesi</i> (Murch.)
Силурийская	Гомерский	Горстийский	Куймовская	Первая	2 (24)	>250		Переслаивание известняков органогенно-обломочных, комковатых, слабоглинистых и сильноглинистых, серого цвета				
Силурийская	Лудфордский	Горстийский	Вторая		1			Чередование алевролитов и известковистых аргиллитов бурого и табачно-зеленого цветов				

В

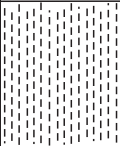
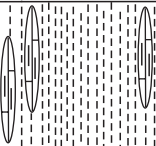
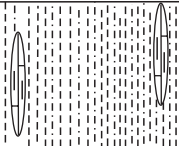
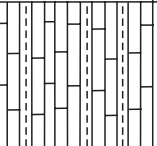
Силурийская	Венпоцкий	Гомерский	Куимовская	Первая	1	16		Алевролиты тонкозернистые и известковистые аргиллиты, зеленоватые до грязно-желтых	Литология	Табуляты <i>Heliolites ursunayensis</i> Miton. ■ <i>Propora</i> sp. ■ <i>Cladopora</i> sp. ■ <i>Halysites labirinticus</i> (Goldfuss) ■ <i>Mesofavosites anuensis</i> Miton. ■ <i>Squamocollites jungarensis</i> Lin et Wong ■ <i>Favosites favosiformis</i> Sok. ■ <i>Syringopora</i> sp. ■ <i>Multisolenia tortuosa</i> Fritz ■	Ругозы <i>Spongophylloides dubrovienensis</i> (Zhehl.) ■	Стромато-поридей Gen. et sp. indet. ■	Криноидей Gen. et sp. indet. ■	Брахиподы Gen. et sp. indet. ■	Трилобиты Gen. et sp. indet. ■	Остракоды Gen. et sp. indet. ■	Гастроподы Gen. et sp. indet. ■	Ихнофос-силины Gen. et sp. indet. ■	Водоросли ■ Известковые ■ Сифоноовые
2	2		Алевролиты известковистые, грязно-желтые и линзы серых органогенно-обломочных известняков (местами до песчаной размерности), массивных																
3	1.5		Алевролиты тонкозернистые, зеленноватые до грязно-желтых																
4	5		Алевролиты тонкозернистые, зеленноватые до грязно-желтых и линзы известняков массивных органогенно-обломочных, глинистых среднезернистых, серых и светло-серых																
5	7		Алевролиты тонкозернистые, зеленноватые до грязно-желтых и линзовидные слои известняков массивных, органогенно-обломочных (местами песчаной размерности), глинистых, серых и светло-серых. Терригенного материала в целом по пачке до 70 %. В линзах известняков многочисленные фаунистические остатки																
6	6.5		Алевролиты и аргиллиты, тонко-зернистые, зеленноватые до грязно-желтых и линзы известняков массивных, органогенно-обломочных (местами до песчаной размерности), глинистых, серых и светло-серых. Количество терригенного материала в целом по пачке больше, чем в нижележащей пачке																
7	6		Известняки органогенные серые до темно-серых с редким переслаиванием алевролитов желто-серых. В известняках встречаются многочисленные фаунистические остатки																

Рис. 7. Литологическая колонка и распространение фауны в разрезе Клубничный (А), в разрезе Генералка (Б), в разрезе Генералка-склоновый (В).

Усл. обозн. см. на рис. 4.



Рис. 8. Фотопанорама разрезов Чарышский утёс и Горный ключ.

их переходном венлокско-лудловском облике. По литологическим и палеонтологическим характеристикам разрез Малая Суетка следует относить к первой подсвите куимовской свиты.

Отнесение всего силурийского разреза Паутиха на основании наличия в нем обособленных терригенных пачек к первой подсвите куимовской свиты вызывает возражения. В нем найдены таксоны конodontов, указывающие на стратиграфический интервал горсти—лудфорд, а к этому интервалу должна относиться не первая, а вторая подсвита куимовской свиты. Самые низы разреза Паутиха, представленные темноцветными аргиллитами (в том числе и в изолированном выходе) по аналогии с разрезом Малая Суетка можно считать первой подсвитой куимовской свиты. Весь остальной разрез Паутиха следует соотносить со второй и третьей подсвитами куимовской свиты.

ФАЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ФАУНИСТИЧЕСКИЕ СООБЩЕСТВА

При переходе от разрезов куимовской свиты от ее выходов в ареале у пос. Тигирек к ареалу в районе пос. Генералка, затем к ареалу в районе с. Усть-Чагырка и далее к северному (в современных координатах) ареалу в районе с. Краснощеково прослеживаются следующие фациальные закономерности: а) уменьшается мощность всей свиты; б) увеличивается мощность первой подсвиты куимовской свиты; в) в составе второй и третьей подсвит появляется значительное количество терригенного материала; г) терригенный материал становится более грубым — от глинистой к алевролитовой, далее к песчаной и песчано-гравийной размерностям; д) уменьшается количество (до полного исчезновения) биогермных разностей известняков; е) появляются гравитационные микститы.

По обстановкам седиментации и положению в палеобассейне разрезы куимовской свиты можно квалифицировать следующим образом (рис. 10). Разрезы Тигирек и Клубничный относятся к центральному поясу карбонатного осадконакопления, наиболее удаленному от области сноса терригенного материала (водорослевые биогермы, коралловые луга), в зоне интенсивного воздействия регулярных волн (0—10 м) — известняковые конгломератобрекчии. Разрезы Генералка и Генералка-склоновый характеризуют зарифовую, близкую к области сноса терригенного материала палеоакваторию с глубинами не более 30—80 м (эвфотическая зона, благоприятная для развития фотосинтезирующих водорослей), но глубже 50 м, за пределами воздействия регулярных и штормовых волн — тонкотерригенный материал, линзы известняков, в том числе органогенно-обломочных, до песчаной размерности. Породы верхней части разреза Генералка-склоновый формировались на глубинах при штормовом воздействии (25—50 м), о чем свидетельствуют перемещенные колонии табулат и закатанные в глинистый материал карбонатные обломки.

Разрез Правобережье Чагырки был расположен в зоне интенсивного воздействия регулярных волн (0—10 м) вблизи дельты реки — известняковые конгломераты, песчаный и гравийный материал в карбонатах. Разрез Чарышский утёс находился в зоне интенсивного воздействия регулярных волн (0—10 м) — калькарениды, а разрез Горный ключ — на больших глубинах при штормовом воздействии (25—50 м) — комковатые, глинистые известняки, песчаный материал в виде отдельных неслоистых пачек. Породы разреза Паутиха должны были формироваться у подножия склона (переход от мелкого к

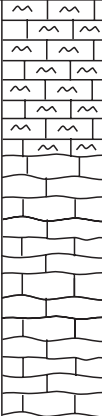
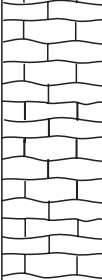
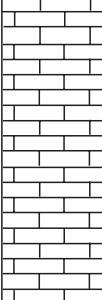
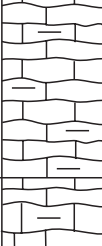
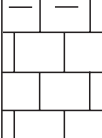
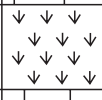
Силурийская						А								
Система	Отдел	Ярус	Свита	Подсвита	Пачка	Мощность, м	Литология		Табуляты	Ругозы	Брахиподы	Трилобиты	Остракоды	Криноидеи
Силурийская	Венлокский	Гомерский	Куимовская		8	>25		Известняки волнисто-слоистые, обломочные, комковатые, серые, светло-серые. Породы в верхах пачки переходят в массивные рифовые (биогермно-водорослевые)	■ <i>Favosites forbesi</i> M.-Edwards et Haime ■ <i>Halysites parvus</i> Miron. ■ <i>Thamnopora</i> sp. ■ Gen. et sp. indet.	■ <i>Dinophyllum variabilis</i> (Zhelt.) ■ <i>Pycnostylus guelphensis guelphensisformis</i> (Zhelt.) ■ <i>Tryplasma loveni</i> (M.-Edwards et Haime)	■ Gen. et sp. indet.			■ Gen. et sp. indet.
					7	8		Известняки массивные, местами водорослевые, реже сахаровидные, серые. Наблюдается слабовыраженная микроструктурность, подчеркиваемая водорослевыми биогермно-подобными водорослевыми «микрохолмиками»						
					6	10		Известняки массивные, неясно-слоистые, органогенно-обломочные (ругозы, брахиоподы, криноидеи), серые. В верхней части пачки местами наблюдается 5–7-сантиметровая слоистость						
					5	7		Известняки неслоистые, слабоглинистые, комковатые, серые, темно-серые с ругозами и криноидеями						
					4	1.5		Известняки, волнисто-среднеслоистые, комковатые, обломочные (местами калькаренины), серые, с глинистыми примазками желто-бурого цвета						
		Шейнвудский	Чагырская	Первая	3	>5		Известняки массивные, серые с табулятами. Поверхность контакта с вышележащей пачкой волнистая, с глинистыми примазками грязно-желтого цвета						
					2	3		Задернованный интервал						
					1	>15		Известняки массивные, органогенные, водорослево-биогермные, серые. Биогермы занимают до 90–95 % объема породы, их диаметр 1.5–3.5 м, высота более 1.0 м						

Рис. 9. (Начало).

Система	Отдел	Ярус	Свита	Подсвита	Пачка	Мощность, м	Б		Литология	Табуляты	Ругозы	Брахиподы	Остракоды	Конодонты
Силурийская	Венлокский	Гомерский	Куимовская	Первая	11	>10			Песчаники мелкозернистые и алевропесчаники коричневые и рыжие	■ Gen. et sp. indet. ■ Halysites parvus Miron. ■ Taxopora salairica Miron. ■	■ Gen. et sp. indet. ■ Gen. et sp. indet.	■ Conchidium cf. enticlavatus Sapel. ■	■ Gen. et sp. indet. ■	■ Gen. et sp. indet. ■
					10	0.9			Известняки комковатые, толстослоистые, глинистые, серого цвета					
					9	0.5–1.3			Песчаники мелкозернистые и алевропесчаники, коричневые и рыжие. Имеется слой линзовидной формы (длиной 12 м и мощностью 0.3 – 0.5 м) серых известняков					
					8	0.7			Известняки комковатые, толстослоистые, глинистые, серого цвета					
					7	6.0–7.3			Песчаники мелкозернистые и алевропесчаники коричневые и рыжие					
					6	0.8–1.8			Известняки комковатые, толстослоистые, глинистые, серого цвета					
					5	0.5–1.0			Песчаники мелкозернистые и алевропесчаники коричневые и рыжие					
					4	1.0–1.2			Известняки комковатые, толстослоистые, глинистые, серого цвета					
					3	1.5			Песчаники мелкозернистые и алевропесчаники коричневые					
					2	0.8-1.5			Известняки комковатые, толстослоистые, глинистые, серого цвета					
					1	>20			Песчаники мелкозернистые и алевропесчаники рыжие					

Силурийская			Лудловский			Лудфордский			Куимовская			Горстийский			Венлокский			Гомерский																							
Система	Отдел	Ярус	Свита	Подсвита	Пачка	Мощность, м	Литология			Табуляты	Брахиподы			Трилобиты			Граптолиты	Конодонты	Остракоды	Криноидеи																					
																					30	~20		Песчаники мелкозернистые рыжего цвета, местами сильно известковистые	<i>Favosites gothlandicus</i> Lam.																
																					29	~15		Алевролиты рыжего цвета	<i>Lissatrypa minuta</i> Kulk. <i>Spiriferina supramarginalis</i> (Khalf.) <i>Eospirifer</i> ex gr. <i>parvus</i> Kulk.																
																					28	~15		Песчаники мелкозернистые рыжего цвета	<i>Atrypa</i> sp. <i>Hesperorthis</i> ? sp. <i>Stropheodonta</i> sp.																
																					27	~1		Известняки серого цвета	<i>Schellwienella</i> ? sp.																
																					27	~10		Задерновано, в высыпках рыжие песчаники и алевролиты	<i>Eospirifer</i> ex gr. <i>radiatus</i> (Sow.) <i>Leptaena</i> sp. <i>Eospirifer</i> sp.																
																					26	1.5		Известняки серого цвета	<i>Dalmanella</i> sp. <i>Harpidium insigna</i> Kirk.																
																					25	2.0		Песчаники мелкозернистые и алевролиты рыжего цвета	<i>Tannuspirifer pedaschenkoi</i> Tchern.																
																					24	3.0		Чередование известняков (5–30 см) серого цвета с мелкозернистыми песчаниками и алевролитами (20–50 см) рыжего цвета	<i>Strophonella</i> ex gr. <i>raricosta</i> (Northrop)																
																					23	12.0		Песчаники мелкозернистые и алевролиты рыжего цвета	<i>Warburgella stokesii</i> (Murch.) <i>Warburgella verecunda</i> Yolk.																
																					22	0.05		Известняки органогенно-обломочные, серого цвета	<i>Prionopeltis</i> sp.																
																					21	2.0		Песчаники мелкозернистые, комковато-наслоенные и алевролиты рыжего цвета	<i>Proetidae</i>																
																					20	0.8		Известняки серые с прослоями (3–5 см) песчаников мелкозернистых и алевролитов рыжего цвета	<i>Scutelluroidae</i>																
																					19	3.0		Песчаники мелкозернистые и алевролиты рыжего цвета	<i>Calymenidae</i>																
																					18	0.15		Известняки органогенно-обломочные серого цвета	<i>Encrinuridae</i>																
																					17	0.8		Песчаники мелкозернистые и алевролиты рыжего цвета	<i>Phacopidae</i>																
																					16	0.1		Известняки органогенно-обломочные серого цвета	<i>Ozarkodina</i> cf. <i>cadiaensis</i> Bischoff																
																					15	1.2		Песчаники мелкозернистые и алевролиты рыжего цвета	<i>Wurmella excavata</i> (Br. et Mehl)																
																					14	0.5		Известняки органогенно-обломочные серого цвета	<i>Ozarkodina</i> sp.																
																					13	0.3		Песчаники мелкозернистые и алевролиты рыжего цвета	<i>Callograptus</i> sp.																
																					12	1.0		Известняки серые с прослоями (5–10 см) песчаников мелкозернистых и алевролитов рыжего цвета	<i>Pelekysgnathus dubius</i> Jap.																
																					11	0.5		Песчаники мелкозернистые и алевролиты рыжего цвета	<i>Belodella</i> cf. <i>anomalis</i> Cooper																
																					10	0.05–0.1		Известняки органогенно-обломочные серого цвета																	
																					9	7.0		Чередование песчаников мелко- и среднезернистых, алевролитов рыжего цвета																	
																					8	0.2–0.3		Известняки органогенно-обломочные серого цвета																	
																					7	3.2		Песчаники мелко- и среднезернистые, алевролиты рыжего цвета																	
																					6	0.7		Известняки органогенно-обломочные, серые																	
																					5	0.8		Алевролиты тонкоплитчатые (0.3–0.5 см), рыжего цвета																	
																					4	0.08–0.1		Известняки органогенно-обломочные, темно-серые																	
																					3	0.3		Алевролиты тонкоплитчатые (0.3–0.5 см) рыжего цвета																	
2	2.0		Задерновано, в высыпках алевролиты рыжего цвета																																						
1	0.1		Песчаники мелкозернистые, волнисто-слоистые, серые																																						
1	0.3		Песчаники мелкозернистые, плитчатые, серые																																						
1	0.4		Песчаники мелкозернистые и алевролиты серые																																						
1	>30		В разрезах Паутиха и Малая Суетка – аргиллиты слоистые, глинистые, темно-серые																																						

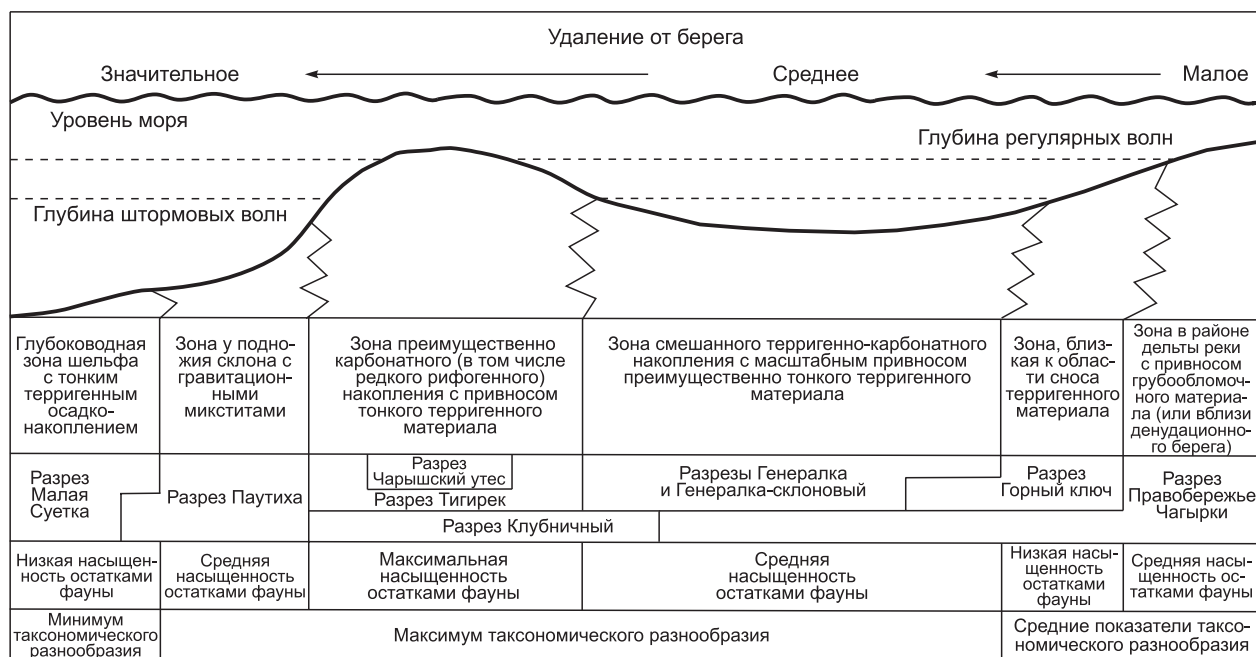


Рис. 10. Модельный профиль терригенно-карбонатного накопления в силурийском Алтайском бассейне.

глубокому шельфу — от 50—100 к 100—200 м) — терригенные и карбонатные дистальные гравитационные микститы, сложенные линзами обломочных известняков, аргиллитами, алевролитами и песчаниками с градиционной слоистостью, со следами подводных оползаний нелитифицированного осадка (см. рис. 6, фиг. 11, 12). Разрез Малая Суетка можно отнести к фациальной обстановке глубокого шельфа (более 100—150 м) — черные тонкопараллельно-слоистые аргиллиты.

Несмотря на существенные изменения обстановок осадконакопления в разрезах куимовской свиты структура фаунистических сообществ от одного ее ареала распространения к другим ареалам меняется незначительно — брахиоподы присутствуют практически во всех ее разрезах, представляя доминирующую компоненту палеобиот как по плотности палеосообществ, так и по их таксономическому разнообразию. Находки брахиопод приурочены к карбонатным и к терригенным слоям. Вторую по численности находок группу организмов составляют табуляты и ругозы, встречающиеся в основном в известняках в большинстве разрезов куимовской свиты, за исключением разреза Малая Суетка.

Плотность палеосообществ табулят и ругоз, а также таксономическое разнообразие их комплексов в ареалах выходов куимовской свиты с юга на север (в современных координатах) уменьшается. В таксономическом разнообразии куимовских трилобитов наблюдается обратный тренд — от разрезов района Тигирек к разрезу Паутиха значительно возрастает их родовое представительство. Пелагические группы организмов (граптолиты и конодонты) появляются в наиболее мористых разрезах куимовской свиты (Паутиха и Малая Суетка).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Стратиграфические аспекты. Выявленная в ходе проведенных работ закономерность изменений характера седиментации в разрезах куимовской свиты позволяет выделить в ней три подсвиты. Каждая из этих подсвит имеет специфические литологические и фаунистические характеристики. Все три подсвиты выделяются в разрезах Тигирек (стратотип куимовской свиты) и Правобережье Чагырки Чарышско-Инской зоны Алтая. Литологические особенности пород куимовской свиты в Ануйско-Чуйской зоне от разреза к разрезу, так же как и в Чарышско-Инской зоне, достаточно сильно меняются. В связи с этим возможность деления на основе литологических признаков куимовской свиты на подсвиты в Ануйско-Чуйской фациальной зоне Алтая требует дополнительного изучения. Однако уже сейчас можно констатировать, что известная там верхняя из пачек куимовской свиты, именуемая марагдинским стратоном [Миронова, 1978; Стратиграфический..., 1991; Сенников и др., 2014], может составить верхнюю (третью или, возможно, четвертую, что допускает Стратиграфический кодекс России, 2006,

статья V.19) подсвету куимовской свиты. Для преемственности, согласно [Стратиграфический..., 2006], в районе распространения ранее выделенного марагдинского стратона можно применять географическое наименование «марагдинская подсвета».

Для всесторонней оценки возраста отдельных подсвит (частей) куимовской свиты и хроностратиграфического положения куимовского горизонта следует рассмотреть данные по ортостратиграфической группе — конодонтам, в разрезах куимовской свиты в Ануйско-Чуйской фациальной зоне Алтая и по двум ортостратиграфическим группам — граптолитам и конодонтам, в потаповской свите Салаира, также относимой к куимовскому горизонту.

В средней части потаповской свиты (низы куимовского горизонта) в Гурьевско-Ельцовской зоне Салаира в верховьях р. Каменка определены граптолиты переходных форм *Monograptus priodon* (Bronn) — *Monograptus flemingi* (Salter) [Сенников и др., 2001a]. Последний таксон (*Mon. flemingi* Salter) характерен для самой верхней граптолитовой зоны шейнвуда — зоны *rigidus*, а также для самой нижней граптолитовой зоны гомера — зоны *lundgreni/testis*. В средней части куимовского горизонта во второй половине потаповской свиты на Салаире определены конодонты *Spathognathodus cf. inclinatus* (Rhodes), *Ozarkodina typica* Branson et Mehl, *Panderodus* sp., *Trichonodella* sp. [Гутак и др., 2006, 2007].

В верхах куимовского горизонта в марагдинской подсвете (пачке) верхней части куимовской свиты в Ануйско-Чуйской фациальной зоне Алтая найдены конодонты *Belodella resima* (Philip), *Acodina cf. curvata* Stauffer, *Panderodus* sp., *Hindeodella* sp., *Ozarkodina* sp., *Trichonodella* sp. [Гутак и др., 2000]. В последние годы авторами настоящей статьи в той же Ануйско-Чуйской зоне, в марагдинской подсвете (пачке) куимовской свиты был обнаружен более богатый комплекс конодонтов, включающий *Ozarkodina eosteinhorneri* (Walliser), *Ozarkodina cf. remscheidensis* (Ziegler), *Ozarkodina cf. multistriola* Mathieson, *Ozarkodina* sp., *Wurmiella excavata* (Branson et Mehl), *Panderodus* sp., *Pelekysgnathus* sp., *Oulodus?* sp. Относительно небольшое количество видов и преобладание конодонтов рода *Ozarkodina* Branson et Mehl позволяют говорить о верхнесилурийском возрасте комплекса и предположить пржидольский возраст вмещающих их отложений. Однако необходимо отметить, что последние исследования конодонтовых палеосообществ показали, что их терминальные силурийские комплексы в стратотипическом районе пржидола в чешском Баррандиене [Slavik, Carls, 2012; Slavik et al., 2014] появились не на границе лудловского и пржидольского отделов силура, а немного ниже, в верхнем лудфорде — после седиментационного трансгрессивного события Lay (Post-Lau Bio-Event). Такая же картина фиксируется и в разрезах лудлова и пржидола Италии [Corriga et al., 2009; Corradini et al., 2010]. Учитывая эти сведения, в настоящей статье время формирования верхов куимовской свиты (марагдинская подсвета) в Ануйско-Чуйской фациальной зоне Алтая определяется как постсреднелудфордское.

Литологические особенности. Характер изменений на границе первой и второй подсвит куимовской свиты в Чарышско-Инской фациальной зоне Алтая может отражать «реакцию» процессов седиментации в Алтайском морском палеобассейне на глобальное трансгрессивно-регрессивное событие Мульде. Эти изменения выражены в разрезе Тигирек (включая Тигирек-береговой), в разрезе Правобережье Чагырки и в разрезе Генералка прекращением терригенного осадконакопления и появлением известняков, в том числе в двух первых разрезах, биогермного типа (см. рис. 3, 4, 9, В). Кроме того, в разрезе Тигирек-береговой на этой границе зафиксирована маломощная пачка карбонатных, глинисто-углеродистых пород черного цвета с содержанием $C_{орг}$ 6.47 % (см. рис. 6, фиг. 3, 4).

Пограничный интервал разреза второй и третьей подсвит куимовской свиты характеризуется: а) в разрезе Тигирек сменой толстослоистых, в том числе биогермных, известняков на тонкосреднеслоистые (см. рис. 3, 4); б) в разрезе Правобережье Чагырки сменой массивных известняков на слоистые известняки и известняковые конгломераты (см. рис. 9, В). Такие смены условий осадконакопления могут являться региональными «результатами» воздействия глобального регрессивного события Линде.

Вопрос, к какому уровню в разрезах куимовской свиты Чарышско-Инской фациальной зоны Алтая следует относить положение трансгрессивного седиментационного события Лау, нуждается в специальном изучении. Возможно, событие Лау проявляется в разрезах куимовской свиты в Ануйско-Чуйской фациальной зоне Алтая, где, как отмечалось выше, найдены таксоны конодонтов из их комплекса, свидетельствующего о постлауском биотическом событии.

Глобальное регрессивное событие Клев привело к тому, что на всей площади Чарышско-Инской фациальной зоны Горного Алтая закончился процесс силурийской седиментации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Куимовская свита в Чарышско-Инской фациальной зоне Горного Алтая представлена широким спектром терригенных, терригенно-карбонатных и карбонатных пород. В этой фациальной зоне Алтая ее следует подразделять на три подсвиты: первую, вторую и третью.

2. Материалы из разрезов силура Ануйско-Чуйской фациальной зоны Алтая показывают, что там следует выделять самостоятельную подсвиту куимовской свиты, ранее рассматриваемую как марагдинская свита.

3. Характер изменений фациальных особенностей терригенно-карбонатных силурийских отложений Алтая имеет закономерную смену по латерали — от прибрежных мелководных до относительно глубоководных и значительно удаленных от областей сноса материала.

4. Раннюю треть куимовского горизонта (= первой подсвите) следует сопоставлять с гомерским веком (или с наиболее продолжительной его частью) венлокской эпохи. Вторую часть куимовского горизонта (= второй подсвите) можно условно коррелировать с горстийским веком лудлова, третью часть этого горизонта (= третьей подсвите) — с лудфордским веком (или его частью) лудловской эпохи.

5. Для точного, зонального сопоставления нижней границы куимовского горизонта с нижней границей гомерского яруса и верхней его границы с границей между лудловским и пржидольским отделами верхнего силура требуются дополнительные исследования.

Авторы координируют свои исследования с проектом 652 Международной программы геологической корреляции (IPGC).

ЛИТЕРАТУРА

Базарова Л.С. Новые виды поздневенлокских остракод Горного Алтая // Палеонтология и биостратиграфия палеозоя Сибири. Новосибирск, Наука, 1984, с. 66—70.

Базарова Л.С. Новый род остракод *Tigerekella* из нижневенлокских отложений Горного Алтая // Новое в палеонтологии и биостратиграфии палеозоя азиатской части СССР. Новосибирск, Наука, 1990, с. 72—75.

Барцева М.Н., Перфильев Ю.С. Материалы к стратиграфии ордовика и силура Северо-Западного Алтая // Материалы по геологии и металлогении Рудного Алтая (Тр. ВАГТ). 1957, вып. 3, с. 5—12.

Бахарев Н.К., Базарова Л.С. Силурийские и девонские остракоды рода *Miraculum*: новые виды, филозоны // Новости палеонтологии и стратиграфии. Вып. 6—7. Приложение к журналу «Геология и геофизика», 2004, т. 45, с. 75—87.

Бубличенко Н.Л. Основные тектонические линии Рудного Алтая // Большой Алтай. Т. 2. М., Изд-во АН СССР, 1936, с. 59—111.

Владимирская Е.В., Желтоногова В.А. Силурийские отложения Алтае-Саянской складчатой области // Стратиграфия палеозоя Средней Сибири. Новосибирск, Наука, 1967, с. 87—97.

Государственная геологическая карта Российской Федерации м-ба 1:200 000. Издание второе. Серия Алтайская. М-45-VII (Усть-Кан). Объяснительная записка. СПб., Изд-во СПб. картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2001а, 171 с.

Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Издание второе. Серия Алтайская. М-45-I (Солонешное). Объяснительная записка. СПб., Изд-во СПб. картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2001б, 183 с.

Гутак Я.М., Абушик А.Ф., Савина Н.И., Родыгин С.А. Черноануйская свита и проблема пржидольского яруса верхнего силура в Горном Алтае // Материалы региональной конференции геологов Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока России. Т. II. Глава III. Палеонтология и стратиграфия. Томск, ОГУП «Асиновская типография», 2000, с. 290—294.

Гутак Я.М., Антошкина А.И., Багмет Г.Н., Савицкий В.Р. Верхнесилурийские отложения Салаира (потаповская свита, номенклатурные вопросы) // Проблемы стратиграфии и региональной геологии Сибири. Новосибирск, Наука, 2006, с. 95—99.

Гутак Я.М., Савицкий В.Р., Абушик А.Ф., Антошкина А.И., Родыгин С.А., Савина Н.И. Потаповская свита (поздний силур) Салаира (палеонтологическая характеристика) // Природа и экономика Кузбасса. Региональный сборник научных статей. Новокузнецк. 2007, вып. 11, с. 61—63.

Елкин Е.А., Желтоногова В.А., Сенников Н.В., Базарова Л.С. Древнейшие дехенеллиды (трилобиты) и стратиграфия силура Горного Алтая. Новосибирск, Наука, 1974, 111 с.

Ивановский А.Б., Кульков Н.П. Ругозы, брахиоподы и стратиграфия силура Алтае-Саянской горной области. М., Наука, 1974, 96 с.

Корень Т.Н., Бугрова Э.М., Гаврилова В.А., Гогин И.Я., Журавлев А.В., Коссовая О.Л., Котляр Г.В., Николаева И.А., Суяркова А.А., Табачникова И.П., Терентьев С.С., Толмачева Т.Ю., Тур И.А., Языкова Е.А. Использование событийно-стратиграфических уровней для межрегиональной корреляции фанерозоя России. СПб., Изд-во ВСЕГЕИ, 2000, 170 с.

Корень Т.Н., Модзалевская Т.Л., Абушик А.Ф., Соболевская Р.Ф., Суяркова А.А., Лопушинская Т.В., Куриленко А.В., Заика Ю.В. Силурийская система. Зональная стратиграфия фанерозоя России. СПб., Изд-во ВСЕГЕИ, 2006, с. 47—64.

- Кульков Н.П.** К стратиграфии силурийских отложений Горного Алтая // Бюл. МОИП, Отд. геологии, 1966, т. 41, вып. 1, с. 77—82.
- Кульков Н.П.** Брахиоподы и стратиграфия силура Горного Алтая. М., Наука, 1967, 151 с.
- Миронова Н.В.** Некоторые пражидольские табуляты Центрального Алтая // Фауна и биостратиграфия верхнего одовика и силура Алтае-Саянской складчатой области. М., Наука, 1978, с. 104—117.
- Обут О.Т., Изох Н.Г., Сенников Н.В.** Новые находки силурийских конодонтов в куймовской свите западной части Горного Алтая // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр., 15—26 апреля 2013 г., Новосибирск, Междунар. науч. конф. «Недропользование. Горное дело. Новые направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология». Т. 1. Новосибирск, СГГА, 2013, с. 69—72.
- Перфильев Ю.С.** Новые данные по стратиграфии нижнего палеозоя Горного Алтая // Изв. вузов. Геология и разведка, 1959, № 11, с. 20—30.
- Постановления** Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. СПб., ВСЕГЕИ, 2013, вып. 42, 65 с.
- Решения** Всесоюзного стратиграфического совещания по докембрию, палеозою и четвертичной системе Средней Сибири, Новосибирск, 1979, ч. I. Верхний протерозой и нижний палеозой. Новосибирск, 1983, 215 с.
- Сенников Н.В., Гладких Л.А., Мамлин А.Н., Петрунина З.Е.** Некоторые проблемные вопросы стратиграфии силура Горного Алтая // Фауна и стратиграфия палеозоя Средней Сибири и Урала. Новосибирск, Наука, 1988, с. 100—113.
- Сенников Н.В., Гладких Л.А., Бутенко В.А., Петрунина З.Е.** Новые сведения по силурийским граптолитам Салаира // Эволюция жизни на Земле. Томск, Изд-во научно-технической литературы, 2001а, с. 222—223.
- Сенников Н.В., Изох Н.Г., Елкин Е.А., Петрунина З.Е.** Первые сведения о лудловских конодонтах Горного Алтая // Эволюция жизни на Земле. Томск, Изд-во научно-технической литературы, 2001б, с. 223—225.
- Сенников Н.В., Толмачева Т.Ю., Обут О.Т.** Силурийская система в МСШ — современное состояние и проблемы корреляции в пределах России // Общая стратиграфическая шкала России: состояние и перспективы обустройства. М., Изд-во Лема, 2013, с. 113—124.
- Сенников Н.В., Обут О.Т., Изох Н.Г., Родина О.А., Хабибулина Р.А.** Новые данные и проблемные вопросы стратиграфии силура западной части Алтае-Саянской складчатой области // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. (X Междунар. науч. конгр., 8—18 апреля 2014 г.), Новосибирск, Международная научная конференция «Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология». Т. 1. Новосибирск, СГГА, 2014, с. 130—136.
- Стратиграфический кодекс России.** СПб., Изд-во ВСЕГЕИ, Тр. МСК, 2006, 95 с.
- Стратиграфический словарь СССР.** М., Госгеолтехиздат, 1956, 1283 с.
- Стратиграфический словарь СССР.** Кембрий, ордовик, силур, девон. Л., Недра, 1975, 622 с.
- Стратиграфический словарь СССР.** Новые стратиграфические подразделения палеозоя СССР. Л., Недра, 1991, 555 с.
- Стратиграфия СССР.** Силурийская система. М., Недра, 1965, 529 с.
- Calner M.** Silurian global events — at the tipping point of climate change / Ed. M.T. Ashraf // Mass extinctions. Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag, 2008, p. 21—58.
- Castagner A., Jarochowska E., Munnecke A., Desrochers A.** Ultrastructures of porostromate microproblematica from a Mulde Event (Homerian, Silurian) bioherm in Podolia, Western Ukraine // Estonian J. Earth Sci., 2015, v. 64, № 1, p. 24—30.
- Corriga M.G., Corradini C., Ferretti A.** Silurian conodonts from Sardinia: an overview // Rendiconti della Società Paleontologica Italiana, 2009, v. 3, № 1, p. 95—107.
- Corradini C., Corriga M.G.** Silurian and lowermost Devonian conodonts from the Passo Volaja area (Carnic Alps, Italy) // Bollettino della Società Paleontologica Italiana, 2010, v. 49, № 3, p. 237—253.
- Cramer B.D., Brett C.E., Melchin M.J., Mannik P., Kleffner M.A., McLaughlin P.J., Loydell D.K., Munnecke A., Jeppsson L., Corradini C., Brunton F.R., Saltzman M.R.** Revised correlation of Silurian Provincial Series of North America with global and regional chronostratigraphic units and $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ chemostratigraphy // Lethaia, 2011, v. 44, p. 185—202.
- Gradstein F.M., Ogg J.G., Smith A.G., Ogg G.M.** The Geologic Time Scale 2012. V. 1. Elsevier, 2012, 1144 p.
- Jaeger H.** Neue Standard-Graptolithenzonenfolge nach der «Grosen Krise» an der Wenlock/Ludlow-Grenze (Silur) // Neues. J. Geol. Palaontol. Abhandl., 1991, v. 182, № 3, p. 303—354.

Jarochovska E., Munnecke A., Kozlowski W. The record of the middle Silurian Mulde Event in Podolia, Western Ukraine // Proceeding of the 3rd IGCP 591 Annual Meeting. Lund., 2013, p. 144—145.

Kaljo D., Boucot A.J., Corfield R.M., Le Herisse A., Koren T.N., Kriz J., Mannik P., Marss T., Nestor V., Shaver R.H., Siveter D.J., Viira V. Silurian bio-events // Global events and event stratigraphy in the Phanerozoic. Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag, 1996, p. 202—224.

Koren' T.N., Urbanek A. Adaptive radiation of monograptids after the Late Wenlock crisis // Acta Palaeontol. Polonica, 1994, v. 39, № 2, p. 137—167.

Lehnert O., Eriksson M.J., Calner M., Joachimski M., Buggisch W. Concurrent sedimentary and isotopic indications for global climatic cooling in the Late Silurian // Acta Palaeontol. Sinica, 2007, v. 46, p. 249—255.

Lehnert O., Männik P., Joachimski M.M., Calner M., Frýda J. Paleoclimate perturbations before the Sheinwoodian glaciation: A trigger for extinctions during the 'Ireviken Event' // Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol., 2010, v. 296, p. 320—331.

Munnecke A., Calner M., Harper D.T., Servais T. Ordovician and Silurian sea-water chemistry, sea level, and climate: A synopsis // Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol., 2010, v. 296, p. 389—413.

Sadler P.M., Cooper R.C., Melchin M. Sequencing the graptoloid clade: building a global diversity curve from local range charts, regional composites and global time-lines // Proceedings Yorkshire Geol. Soc., 2011, v. 58, p. 4, p. 329—343.

Sennikov N.V., Yolkin E.A., Petrunina Z.E., Gladkikh L.A., Obut O.T., Izokh N.G., Kipriyanova T.P. Ordovician–Silurian biostratigraphy and paleogeography of the Gornyy Altai. Novosibirsk, Publishing House of SB RAS, 2008, 154 p.

Slavik L., Carls P. Post-Lau Event (Late Ludfordian, Silurian) recovery of conodont faunas of Bohemia // Bull. Geosci., 2012, v. 87, № 4, p. 815—832.

Slavik L., Storch P., Manda S., Fryda J. Integrated stratigraphy of the Ludfordian in the Prague Synform // GFF, 2014, v. 136, № 1, p. 238—242.

Storch P. Biotic crises and post-crisis recoveries recorded by Silurian planktonic graptolite faunas of the Barrandian area (Czech Republic) // Geolines, 1995, № 3, p. 59—70.

Sullivan N.B., Loydell D.K., Montgomer P., Molyneux S.G., Zalasiewicz J., Ratcliffe K.T., Campbell E., Griffiths J.D., Lewis G. A record of Late Ordovician to Silurian oceanographic events on the margin of Baltica based on new carbon isotope data, elemental geochemistry, and biostratigraphy from two boreholes in central Poland // Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol., 2018, v. 490, p. 95—106.

Urbanek A. Biotic crises in the history of Upper Silurian graptoloids: A palaeobiological model // Histor. Biol., 1993, v. 7, № 1, p. 29—50.

*Рекомендована к печати 25 апреля 2018 г.
Б.Н. Шурыгиным*

*Поступила в редакцию 25 января 2018 г.,
после доработки — 19 апреля 2018 г.*