

СТРАТИГРАФИЯ, ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

ЛИТОЛОГО-СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ И БИОФАЦИАЛЬНАЯ
ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕРХНЕДЕВОНСКИХ КАРБОНАТНЫХ И
ТЕРРИГЕННЫХ ПОРОД р. ИСЕТЬ
(Разрез «Кодинка»)

А.Л. Анфимов, Б.И. Чувашов

Наиболее представительные разрезы верхнего девона расположены в следующих районах: 1) на р. Каменка, выше г. Каменск-Уральский; 2) на обоих берегах р. Исеть ниже и выше пос. Кодинский; 3) на р. Исеть, ниже устья р. Камышенка и в приустьевой части этого притока. Из названных разрезов наиболее информативен и лучше обнажен разрез у пос. Кодинский, существенную часть которого составляют карбонатные породы франского яруса. Два других разреза сложены главным образом кластическими породами, к тому же они хуже обнажены. В данной статье мы сосредоточим внимание на разрезе «Кодинский».

Наиболее детальные сведения о разрезе, который является ключевым для восстановления палеогеографии Урала в течение франского века, имеются в нескольких публикациях. Характеристика разреза была включена в единственную монографию по этим проблемам [Смирнов и др., 1974] по итогам исследования Л.В. Анфимова.

По представлениям Г.А. Смирнова, в кодинском разрезе выделяется флишоидная формация фаменского возраста с косослоистыми сериями песчаников и глинистых сланцев, содержащими обильные углефицированные растительные остатки. Источником сноса терригенного материала, по его мнению, служила расположенная восточнее кордильера. Формирование осадков шло в мелководном морском бассейне.

В последующем, по итогам изучения карбонатной рифогенной толщи основания разреза на левом берегу р. Исеть, Б.И. Чувашов [Чувашов и др., 1997] выделил особый, **Кодинский тип**, франских органогенных построек. В этой же статье было точно определено

стратиграфическое положение рифовых известняков в самой верхней части аскынского горизонта (зона *Eonodosaria – Eogeinitzina*).

В.А. Наседкина [Наседкина и др., 1999] описала левобережный разрез, в составе которого были выделены (снизу вверх): карбонатная (рифогенная) (мощность 44 м), терригенно-карбонатная и терригенная толщи (мощности соответственно 34 и 90 м). Сборы фауны кораллов, брахиопод, конодонтов подтвердили правильность корреляции пород разреза с аскыньским горизонтом; было отмечено, что по брахиоподам известняки могут быть отнесены и к мендымскому горизонту. Этот вывод находится в противоречии с фораминиферовой биостратиграфией, что требует дальнейшего изучения.

Несколько позднее, в 2001 г., литологическое изучение разреза с отбором шлифов на микрофауну продолжил А.Л. Анфимов, одновременно Л.И. Мизенс и А.Г. Мизенс произвели сборы брахиопод. В это же время был детально изучен правобережный разрез франского яруса. По результатам полевых работ А.Г. Мизенс построила литологическую колонку (рис.), Б.И. Чувашов и А.Л. Анфимов определили родовой и видовой состав известковых водорослей и фораминифер. А.Г. Мизенс определила в разрезе 12 видов брахиопод и выделила три бентосных комплекса: первый представлен пентамеридами, ринхонеллидами и спириферидами, одной из наиболее характерных форм является *Theodossia uchtensis* *Nal.*; второй – многочисленными представителями одного вида *Theodossia evlanensis* *Nal.* и третий – единичными экземплярами *Theodossia livensis* *Nal.* [Мизенс, 2004].

Анализ материала показывает, что в разрезе, вслед за В.А. Наседкиной, можно выде-

ЕЖЕГОДНИК - 2003

Интервал, м	№ слоя	Мощность, м	Литология	Фауна	P devonica	P obnatae	P cushman	P subvasta	P pojarkov	P paracush	P irregular	P paulis	P tubercul	P horrida	Cr simplex	Cr permirus	Ir carlensis	Ir lobata	Ur bicamer	Geinitzina	G indigen	Nanicella	N uralica	Fronilina	F sororis	Tikhinella	T measpis	P gekkeri
309-307	39	1,41		0																								
301	38	4,24		†																								
292	37	7,95		†																								
285	36	3,50		† 0																								
275	35	7,66		† 0!																								
270	34	4,10		0																								
259	33	5,50		† † 0 †																								
251		4,00	Задерновано																									
244	32	3,50		†																								
233,5-231	31	6,39		†																								
211	30	1,52		†																								
209	29	14,14		† †																								
198-196	28	3,36		† 0 †																								
179	27	9,43		† 0 †																								
166	26	13,12		† 0																								
153-149	25	8,70		0! 0																								
148,5-148	24	6,98		† 0! 0! †																								
142	23	3,01	Задерновано	0!																								
140,5-140	22	0,38-0,38	Задерновано																									
139-138	21	4,51	Задерновано																									
	20	1,36	Задерновано																									
	19	0,77-0,57	Задерновано	† 0! 0!																								

СТРАТИГРАФИЯ, ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

Интервал, м	№ слоя	Мощность, м	Литология	Фауна	P devonica	P obnata	P cushmani	P subvasta	P pojarkovi	P paracushm	P irregularifor	P paulis	P tuberculata	P horrida	Cr simplex	Cr permirus	Ir carlensis	Ir lobata	Ur bicamer	Gein sp	G indigena	Nanic sp	N uralica	Frond sp	F sororis	Tikhin sp	T measpis	P gekkeri
127	15	6,62		9! ▽ ▽ 9! ▽ ▽																								
119,5	14	3,26																										
115	13	2,06																										
112	12	2,57																										
108	11	1,01																										
106,5	10	2,03	Задерновано																									
103,5	10	1,06																										
102	9	2,34																										
98,5	8	0,58		9																								
97,5	7	5,49		9! ▽ ○ 9! ▽ ○																								
86	6	5,52		9! ▽! ○ 9! ▽! ○																								
76	5	4,55		9! ▽! ○! 9! ▽! ○!																								
70	4	11,78		9 ▽ ○ 9																								
57		8,61	Задерновано																									
47,5	3	6,80		9 ▽ ○ ○																								
40	2	14,14		▽! ○ ○! ▽! ○ ○! ○																								
20	1	8,45		○ ○ ○ ○																								
0				○																								

Условные обозначения:

↑ Углефицированные		Известняк светло-серый
Остатки растений		Известняк серый
9 Амфифоры		Известняк темно-серый
▽ Ругозы		Известняк биоморфно-детритовый
△ Табуляты		Известняк детритовый
○ Гастроподы		Известняковый песчаник (калькаренит)
○ Пеллециподы		Песчаник
○ Брахиоподы		Алевропесчаник
○ Криноидеи		Алевролит
! Большое количество фауны		Аргиллит
○ Онколиты		

Видовой состав фораминифер в разрезе "Кодинка" на левом берегу р. Исети.

лить три толщи (снизу вверх): **карбонатную** мощностью 57 м в составе слоев 1-8, **карбонатно-терригенную** мощностью 69 м в виде слоев 9-26 и **терригенную** мощностью 75 м от слоя 27 до слоя 39 (рис. 1). Истинная мощность разреза составила 201 м, видимая мощность – 309 м.

Карбонатная толща (слои 1-8). В пределах описываемой толщи можно выделить две пачки: нижнюю – водорослево-брахиоподовых известняков (слои 1 и 2) и верхнюю – водорослево-амфипорово-коралловых известняков (слои 3-7). Слой 8 в верхней части **карбонатной толщи** сложен сферолитовыми известняками. Водорослево-брахиоподовые известняки серые и светло-серые, иногда с инкрустациями, массивные и неяснослоистые за счет прослоев известняка с увеличенным содержанием детрита или редких прослоев, обогащенных кораллитами ветвистых табулят, раковинами мелких брахиопод. По всему интервалу распространены членики криноидей. При микроскопическом изучении в слое 1 обнаружено переслаивание пакстоунов и вакстоунов, редко – грейнстоуны, встречены обрывки и небольшие колонии водорослей *Girvanella ducii Wethered*, *G. problematica Nicholson et Etheridge*, *Coactillum devonicum Maslov*, *Sphaerella mirabilis Reitlinger*, *Wetheredella sp.*, *Solenopora sp.* В слое 2 преобладают вакстоуны и водорослевые баундстоуны с дерновинками гирванелл, колониями *Girvanella ducii Wethered*, *G. problematica Nicholson et Etheridge*, *Coactillum devonicum Maslov*, *Shuguria sp.*, *Izhella sp.*, остатками проблематики *Tubus vermes Bogush et Juferev*. Сравнительно редко встречаются крупные обломки таллитов дазикладовых водорослей.

Водорослево-амфипорово-коралловые известняки темно-серые и серые, глинистые, слоистые, с тонкими прослоями буроватых аргиллитов. В слое 3 содержатся немногочисленные кораллиты ругоз, ветвистых табулят и ценостеумы амфипор, в слое 4 – прослой с большим количеством ценостеумов амфипор. Слой 5 представлен бурым аргиллитом с прослоями известняка; помимо прослоев с амфипорами обнаружены слои с кораллитами ругоз или раковинами брахиопод. В слоях 6 и 7 обнаружены перечисленные органические остатки в большом количестве, встречаются прослой коралловых и амфипоровых известняков, в слое 7 нередко желваки онколитов, образованные чередованием микрослоев, сложенных гирванеллами и ко-

актилюмами, со строматолитовыми микрослоями. Микроскопически известняки слоя 3 сложены мадстоунами, вакстоунами и водорослевыми баундстоунами с гирванеллами, коактилюмами, по сравнению с предыдущим слоем реже встречаются цианобактерии гирванеллы и коактилюмы, в то же время увеличивается количество таллитов сифоновых водорослей; в составе органогенного детрита обнаружены обломки члеников криноидей, раковин толсто-стенных брахиопод, остракод, тентакулитов, игл морских ежей. Известняки слоя 4 представлены вакстоунами и мадстоунами, реже водорослевыми баундстоунами с крупными обломками сифоновых водорослей; важными особенностями являются наличие микрослоистости за счет примеси углисто-глинистого материала и микроонколитов, образованных нитями коактилюмов, нередко нити обвивают обломки раковин брахиопод, ценостеумы амфипор, членики криноидей, кораллиты табулят; помимо органогенного детрита, обнаружены обломки кварца. Для карбонатов слоев 5 и 6 типичны вакстоуны, водорослево-криноидные пакстоуны, водорослевые баундстоуны с крупными обломками сифоновых водорослей, состав детрита тот же, что и в слое 4, терригенная примесь не обнаружена. Практически те же типы микроструктур и обломков встречены в слое 7, единственное отличие – наиболее частая встречаемость коактилюмов по сравнению с гирванеллами. Сферолитовые известняки слоя 8 сложены сферолитами размером 0.1-0.3 мм, а также органогенным детритом в составе члеников криноидей и игл морских ежей; в одном случае отмечена примесь зерен кварца и полевых шпатов.

Следовательно, снизу вверх по разрезу наблюдается увеличение углисто-глинистой примеси, появление слоистости, смена комплекса цианобактерий комплексом с преобладанием зеленых сифоновых водорослей, одновременно наблюдается увеличение количества микроонколитов.

Изучение видового состава фораминифер карбонатной толщи, показало наличие трех фораминиферовых комплексов (рис.):

1. «Проходящие» формы в виде фораминифер, одинаково распространенных по всему разрезу карбонатной толщи – *Parathurammia cushmani Suleimanov*, *P. subvasta Bykova*, *P. pojarkovi Zadorozhnyi et Juferev*, *P. paracushmani Reitlinger*, *Frondilina sororis Bykova*, *Tikhinella measpis Bykova*, *T. sp.*

2. Фораминиферы, чаще встречающиеся в водорослево-брахиоподовых известняках – *P. paulis* Bykova, *Parathuramina devonica* Vissarionova, *P. obnata* Tchuvashov, *P. irregulariformis* Zadorozhnyi et Juferev, *P. tuberculata* Lipina, *P. gekkeri* Antropov, *P. horrida* Tchuvashov, *Cribrosphaeroides simplex* (Reitlinger), *Uralinella bicamerata* Bykova. Из перечисленных видов раковины *P. paulis* Bykova, *P. tuberculata* Lipina и *P. gekkeri* Antropov обладают длинными трубковидными устьевыми возвышениями, что можно объяснить их приспособлением к свободно-«парению» в толще воды и, следовательно, эти виды можно отнести к планктону. Фораминиферы же видов *Cribrosphaeroides simplex* (Reitlinger) с асимметричной раковиной и *Parathuramina devonica* Vissarionova с шаровидной раковиной, обладающей толстой стенкой, можно считать бентосными пассивно-подвижными экземплярами [Чувашов, 1963]. Фораминиферы рода *Uralinella* также бентосные, типичны для биогермов. Учитывая сказанное, можно предполагать формирование этой толщи в зоне брахиоподо-водорослевого биогерма (преобладают цианобактерии), соответствующей морскому мелководью с наличием тесной связи с обширным бассейном нормальной солености.

3. В водорослево-амфиорово-коралловых известняках чаще встречаются фораминиферы *Irregularina carlensis* Reitlinger, *Ir. Lobata* Reitlinger, *Geinitzina indigena* Bykova, *G. sp.*, *Nanicella uralica* Tchuvashov, *N. sp.* Большинство упомянутых фораминифер (за исключением последних двух) обладают асимметричной раковиной и относятся к бентосным прикрепленным видам, а *Geinitzina indigena* Bykova – к бентосным пассивно-подвижным экземплярам, т.е. свободно перекачиваемым по дну в результате волновой деятельности. Перечисленные признаки позволяют восстановить условия формирования этой толщи как крайне мелководные вблизи литоральной зоны, причем с нарушенным водообменном с морским бассейном (редкая встречаемость планктонных фораминифер, наличие глинистой примеси, несмотря на небольшую глубину, доминирование кораллов и амфиопор, угнетенность брахиоподовой фауны, появление онколитов). Следовательно, вверх по разрезу наблюдается некоторое уменьшение глубины морского бассейна и нарушение связи с открытым морем.

В целом комплекс фораминифер разреза «Кодинка» ближе всего соответствует сообще-

ству фораминифер из пачки IX губинского горизонта разреза «Першино» на р. Реж [Наседкина, 1990]. Близкие по видовому составу комплекса фораминиферы определены и в известняках на северном берегу оз. Колтубан восточного склона Южного Урала [Чувашов, Юфереv, 1980].

Карбонатно-терригенная толща (слои 9-26). Главной особенностью толщи является переслаивание по 1-3 м (реже до 5-6 м) карбонатных и терригенных пород (рис.). Карбонатные породы представлены буровато-серыми и темно-серыми глинистыми известняками с косой слоистостью за счет прослоев с бурыми аргиллитами и алевролитами. Иногда терригенные прослои обогащены скоплениями мелких раковин брахиопод, кораллитами ругоз, ценостеумами амфиопор; в известняках, помимо этих органических остатков, появляются желваки массивных строматопорат, онколитов. Слои 10 и 22 представлены сферолитовыми известняками, сферолиты имеют размер 0.1-0.3 мм, 0.3-0.36 мм, из детрита встречены обломки членников криноидей, раковин остракод и игл морских ежей, кроме того, в слое 10 отмечены обломки кварца и полевых шпатов, а в слое 22 – обломки хлоритизированных вулканитов среднего и кислого составов. В слое 15 обнаружены вакстоуны и ветвисто-табулятово-амфиоровые баундстоуны, из детрита описаны обломки членников криноидей, раковин остракод, брахиопод, гастропод и тентакулитов, таллитов дазикаладовых водорослей, редко – нити гирванелл. В слое 23 отмечены прослои брахиоподовых рудстоунов, сложенных обломками створок раковин толстостенных брахиопод, членников криноидей, фрагментами мшанок, основная масса комковатая, частично доломитизирована. Известняки слоя 24 представлены биокластовыми и биокластово-водорослевыми пакстоунами, участками до грейнстоунов; детрит состоит из обломков толстостенных брахиопод, членников криноидей, кораллитов ругоз, раковин гастропод, остракод и тентакулитов, многие обломки имеют регенерационную кайму, сортировка по размеру отсутствует. В отличие от предыдущих слоев, водоросли представлены таллитами пластинчатых сифоновых водорослей, реже нитями гирванелл и в одном случае – крупным слоевищем соленопоры. В известняках встречаются скопления раковин фораминифер *P. devonica* Vissarionova, *P. cushmani* Suleimanovi, *P. subvasta* Bykova, *P. pojarkovi* Zadorozhnyi et Juferev, *P. para-*

cushmani Reitlinger, *P. irregulariformis Zadorozhnyi et Juferev*, *P. paulis Bykova*, *Cribrosphaeroides permirus (Antropov)*, *Nanicella sp.* (рис.), что подтверждает принадлежность данной части разреза к аскынскому горизонту. Помимо детрита, в составе обломков до 5% составляет терригенная примесь в виде псаммитовых обломков кварца, полевых шпатов и уже упомянутых хлоритизированных обломков вулканитов среднего и кислого составов. Отдельные карбонатные прослои среди алевролитов и алевро-песчаников слоя 25 сложены калькаренидами с размером обломков 0.09-0.3 мм, среди обломков видны раковины фораминифер, таллиты сифоновых водорослей, обломки раковин фораминифер, игл морских ежей, а также терригенная примесь того же состава, что и в слое 25.

Своеобразный комплекс фораминифер **терригенно-карбонатной толщи** ближе по составу к комплексу фораминифер водорослево-брахиоподовых известняков **карбонатной толщи**. Из встреченных 10 видов фораминифер (см. рис.) 5 можно отнести к планктонным, а 5 – к бентосным формам, что свидетельствует в пользу усиления связи с открытым морским бассейном в результате некоторого повышения уровня воды. Наиболее резкое изменение условий осадконакопления произошло, вероятно, после накопления кораллово-амфипоровых известняков слоя 15, когда и наблюдается смена брахиоподового комплекса с *Theodossia uchtensis* Nal. монотаксонным комплексом с *Theodossia evlanensis* Nal. [Мизенс, 2004]. Увеличение количества терригенного материала, вероятнее всего, было связано с размывом появившейся вблизи суши. Данное обстоятельство было неблагоприятно для жизни ранее существовавших палеобиоценозов, в результате идет обеднение видовой разнообразия фауны и флоры.

Песчаники, алевро-песчаники и алевролиты обычно бурые и зеленовато-бурые, карбонатизированные, алевролиты легко рассыпаются в руках. Песчаники имеют косую слабосрезанную слоистость, благодаря тонким прослоям бурого и вишневого аргиллита и алевролита. По слоистости нередко развиты лепешковидные карбонатные конкреции размером от 2-3 до 5-10 см. Песчаные зерна представлены обломками кварца, полевых шпатов, андезитов, интенсивно хлоритизированных вулканогенных пород, аутигенным сфеном. Исследование азимута падения слойков показало, что в случае

ненарушенного залегания данного блока пород снос терригенного материала мог быть с юга или юго-востока, что несколько не совпадает с данными Г.А. Смирнова, предполагавшего снос с востока [Смирнов и др., 1974].

Формирование пород карбонатно-терригенной толщи, вероятнее всего, шло в условиях частого изменения уровня морского бассейна вблизи литоральной зоны (широкий диапазон изменения известняков от вакстоунов до грейнстоунов, наличие сферолитов и онколитов, обломков раковин толстостенных брахиопод, разъединенных створок брахиопод, прослоев с фауной брахиопод и кораллов, таллитов сифоновых водорослей). Осадконакопление шло в условиях или морского течения, или авандельты (косая слоистость, принос терригенного материала) в пределах прибрежно-континентального мелководья. Изменение характера тектонических движений в конце франского времени сопровождается вулканизмом (обломки вулканогенных пород).

Терригенная толща (слои 27-39). Переслаивание по 3-5 м песчаников, алевропесчаников и алевролитов зеленовато-серых, буровато-зеленых с косой слабо- и сильносрезанной слоистостью, частыми углефицированными растительными остатками средней и хорошей сохранности, предположительно папоротников. В слое 35 – два прослоя по 20 см известняка серого раковинного с раковинами пеллеципод и гастропод размером по 1-2 см и члениками криноидей. В интервале 297 м – маломощные прослои черного углисто-глинистого известняка без определенных органических остатков. В слоях 26 и 27 А.Г. Мизенс описала немногочисленных брахиопод *Theodossia livensis* Nal., составляющих третий брахиоподовый комплекс [Мизенс, 2004]. Микроскопически песчаники мелкозернистые, сложены угловато-окатанными обломками осадочных пород – алевролитов и аргиллитов, кварца, полевых шпатов, андезитов, базальтов, хлоритизированных разновидностей тех же вулканитов, бурого аутигенного титанового минерала. Основная масса хлоритизирована, чем, видимо, и объясняется зеленоватая окраска пород. Иногда видно ориентированное расположение обломков и примесь углистого материала, образующие слоистость. Характерная особенность толщи – плохая сортировка по размеру обломков, наличие промежуточных пород (алевро-песчаников, где размер обломков изменяется от 0.03 мм до 0.24 мм), угловатая и

угловато-окатанная форма обломков. В слоях 27 и 33 в песчаниках обнаружены раковины брахиопод плохой сохранности.

Можно предполагать образование **терригенной толщи** в условиях авандельты, когда карбонатное осадконакопление было почти полностью подавлено терригенным. Поступление терригенного материала, скорее всего, было связано с размывом близко расположенной вулканогенно-осадочной толщи в континентальных условиях, что подтверждается наличием углефицированных остатков высших растений.

Изученный разрез типичен для восточного склона Урала, где чисто карбонатные верхнедевонские отложения редки, а в большинстве разрезов идет замещение карбонатных пород терригенными по вертикали и горизонтали. В разрезе "Кодинский" снизу вверх идет смена водорослево-брахиоподовых известняков (преобладают цианобактерии) водорослево-кораллово-амфипоровыми (основной фон составляют зеленые дазикладовые водоросли, цианобактерии продолжают присутствовать), последние сменяются водорослево-кораллово-брахиоподовыми разностями (из водорослей обнаружены зеленые пластинчатые сифоновые); наконец в составе карбонатных прослоев в самом верху разреза описаны гастроподо-пеллециподовые известняки. Указанная последовательность свидетельствует в пользу смены морских мелководных условий прибрежно-континентальными. Фаменская фауна в описываемом разрезе на левом берегу р. Исети не обнаружена.

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ (03-05-64766) и проекта «Восточная граница Уральского подвижного пояса в палеозое» (программа кооперации между учеными УрО и СО РАН)

Список литературы

Маслов В.А. Девон восточного склона Южного Урала. М.: Наука, 1980. 224 с.

Мизенс А.Г. Комплексы верхнефранских брахиопод в карбонатных отложениях разреза «Кодинка» // Карбонатные осадочные последовательности Урала и сопредельных территорий: седименто- и литогенез, минерагения. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2004. С. 109-111.

Наседкина В.А., Постоялко М.В. и др. К стратиграфии верхнего девона на восточном склоне Среднего Урала // Проблемы стратиграфии Урала. Девонская система. Свердловск: УрО АН СССР, 1990. С. 22-33.

Наседкина В.А., Зенкова Г.Г. Биостратиграфия верхнего девона на восточном склоне Среднего и Северного Урала // Проблемы стратиграфии и палеонтологии Урала. Екатеринбург: УГСЭ, 1999. С. 68-73.

Смирнов Г.А., Смирнова Т.А., Ключина М.Л., Анфимов Л.В. Материалы к палеогеографии Урала. Очерк V. Франский век. М.: Наука, 1974. С. 53-59.

Чувашов Б.И. История развития и биомическая характеристика позднедевонского бассейна на западном склоне Среднего и Южного Урала. М.: Наука, 1968. 130 с.

Чувашов Б.И., Шуйский В.П., Пилосова О.Э. Основные типы органогенных построек верхнего девона Урала // Ежегодник-1996 ИГГ. Екатеринбург: УрО РАН, 1997. С. 22-27.

Чувашов Б.И. К экологии позднедевонских фораминифер и водорослей // Палеонтологический журнал. 1963. № 3. С. 3-9.

Чувашов Б.И., Юферев О.В. Известняки колтубанской свиты Южного Урала // Палеозой Западно-Сибирской низменности и ее горного обрамления. Новосибирск: Наука, 1981. С. 102-109.