

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Российский государственный геологоразведочный университет
имени Серго Орджоникидзе
(МГРИ)



ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

ТОМ I

X Международной научной конференции
молодых ученых
«Молодые - Наукам о Земле»

International Scientific Conference of Young Researchers
«The Young - for the Earth Sciences»

31 марта - 1 апреля 2022 г. | 31 March - 1 April 2022

Москва | Moscow

УДК 082 +[550.8+553](082)

ББК 94.3 + 26.21я43 + 26.34я43

Молодые – Наукам о Земле : в 7 т. Материалы X Международной научной конференции молодых ученых «Молодые - Наукам о Земле» – М. : Издательство РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ, 2022.

Т. 1 : Развитие новых идей и тенденций в науках о Земле: геология, геотектоника, геодинамика, региональная геология, палеонтология / ред. коллегия: Ю.П. Панов, Р.Н. Мустаев. - М. :

Издательство РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ, 2022. – 116 с.

УДК 082 +[550.8+553](082)
ББК 94.3 + 26.21я43 + 26.34я43

© РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ, 2022

X Международная научная конференция молодых ученых

"Молодые - Наукам о Земле"

г. Москва

31 марта 2022 г.- 1 апреля 2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «ГЕОЛОГИЯ, ГЕОТЕКТОНИКА, ГЕОДИНАМИКА»

1. Результаты палеостресс реконструкции в южной части Чуйской впадины (республика Горный Алтай)	
Бондарь И.В.* (ИФЗ РАН, bond@ifz.ru), Маринин А.В. (ИФЗ РАН, marinin@ifz.ru).....	6
2. Карст города Уфы и его влияние на эксплуатацию зданий и сооружений	
Епифанова Д.Р. * (НИУ МГСУ, Институт гидротехнического и энергетического строительства, кафедра инженерных изысканий и геоэкологии, г. Москва, 89174139314@mail.ru) Травкин А.И. (г. Москва, anatoly_tra@mail.ru).....	11
3. Тектономагматическое строение Северо-Восточной части Российского сегмента Тихоокеанского кольца	
Измайлова А.А.* (МГРИ, fenekmangi@gmail.com) Головастов Д.А. (МГРИ, goldan21@mail.ru), Дьяконов В.В. (МГРИ, diakonovvv@mgi.ru).....	16
4. Применение дистанционных методов исследования для уточнения структурно-геологических особенностей строения Курильского региона (на примере островов Кунашир и Итуруп)	
Крикун Н.С.* (Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского, г. Санкт-Петербург, Nikita_Krikun@vsegei.ru).....	21
5. Особенности вещественного состава Пенвельвеемского аллохтона в структуре Южно-Ануйской сутуры	
Маскаев М. В.* (ФГБУН Геологический институт РАН, xpnishka@gmail.com) Моисеев А. В. (ФГБУН Геологический институт РАН, МГРИ, moartem@yandex.ru), Ульянов Д. К. (ФГБУН Геологический институт РАН, urfin1995@gmail.com).....	25
6. Геодинамика на рубеже архея и протерозоя на юго-востоке Фенноскандинавского щита	
Межеловская С.В.* (Геологический институт РАН, mezhelsofya@gmail.com), Межеловский А.Д. (Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе, geocon@yandex.ru).....	30
7. Построение геодинамических моделей формирования напряжённого состояния земной коры Кавказского и Центральноазиатских орогенов	
Мягков Д.С.* (ИФЗ РАН, dsm@ifz.ru).....	35
8. О возрасте проявления щелочного базальтового магматизма в пределах клина Аравийской плиты	
Парфенов А.В. * (ИГЕМ РАН, kvarcz@yandex.ru), Лебедев В.А. (ИГЕМ РАН), Чернышев И.В. (ИГЕМ РАН), Чугаев А.В. (ИГЕМ РАН), Vural Oyan (Van Yüzüncü Yıl University), Yavuz Özdemir (Turkey Department of Geological Engineering), Рассохина И.В. (ИГЕМ РАН), Садасюк А.С. (ИГЕМ РАН).....	39
9. Геодинамические условия формирования залежи углеводородов и выявления сейсмичности территории, на примере Западной Сибири	
Самусев Д.Д.* (ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», danill.samusev@yandex.ru), Харченко В.М. (ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», kharchenko.1948@list.ru).....	42
10. Потенциальные возможности хранения водород-метановых смесей в существующей системе подземного хранения газа	
Сафарова Е.А.* (ИПНГ РАН, safarovaelisaveta@gmail.com), Филиппова Д.С. (ИПНГ РАН, filipprovads@ipng.ru), Столяров В.Е. (ИПНГ РАН, bes60@rambler.ru).....	45

11. Выявление структурно-тектонической зональности разломных структур на основе дистанционных методов на примере Приморского разлома Байкальской рифтовой зоны Свечеревский А.Д.* (ИГЕМ РАН, svecherevskiy@gmail.com), Устинов С.А. (ИГЕМ РАН, ustinov@igem.ru), Петров В.А. (ИГЕМ РАН, vlad243@igem.ru).....	50
--	----

СЕКЦИЯ «РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ, ПАЛЕОНТОЛОГИЯ, СТРАТИГРАФИЯ»

12. Эпибионты на раковинах атрипид из нижнедевонских отложений восточного склона Северного Урала Бушманова Ю.Д.* (ФГБОУ ВО МГРИ, Julia25849@yandex.ru), Павлова Ю.Э. (ФГБОУ ВО МГРИ, uliapavlova2003@gmail.com).....	55
13. О находке ихнорода <i>Asteriacites</i> (Asterozoa, Echinodermata) в эоценовых породах Горного Крыма Вайтиева Ю. А.* (ФГБОУ ВО МГРИ, yulia.vaitieva@yandex.ru).....	60
14. О беззамковых брахиоподах (<i>Craniida</i> , <i>Brachiopoda</i>) из датского яруса Горного Крыма Волкова Е.А.* (ФГБОУ ВО МГРИ, evolkovaea@yandex.ru), Качалина М.Д. (ФГБОУ ВО МГРИ, kachalina.mariya@gmail.com).....	64
15. О некоторых особенностях фоссилизации раковин девонских атрипид (<i>Atrypida</i> , <i>Brachiopoda</i>) Закавказья Галимова Т.С.* (ФГБОУ ВО МГРИ, mrx.tatiana@gmail.com), Кирсанова В.С. (ФГБОУ ВО МГРИ, kirnika@mail.ru).....	68
16. Эпибионты на раковинах беззамковых брахиопод из отложений датского яруса Горного Крыма Гонтарь О.А.* (ФГБОУ ВО МГРИ, ammonoidea.geo@yandex.ru).....	73
17. Перспективы нефтегазоносности глубоких горизонтов Ямала Зинатуллина Л.И.* (ИПНГ РАН, zinatullina@ipng.ru).....	78
18. Палеоэкология бентосных фораминифер и позднечетвертичная палеоокеанология Северной Атлантики Киреенко Л.А.* (Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва, boda11@yandex.ru), Тихонова А.В. (Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва, semeonka@gmail.com), Козина Н.В. (Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва, kozina_nina@bk.ru).....	82
19. Минералы тяжелой фракции из пород чидвийской свиты рифея как индикаторы источников сноса (Пинежский грабен, Архангельская провинция) Красовская Б.П.* (МГРИ, belendiabe@gmail.com), Ерофеева К.Г. (МГРИ, ИГЕМ РАН), Самсонов А.В. (ИГЕМ РАН), Третьяченко В.В. (АК «АЛРОСА»)).....	86
20. К вопросу о возрасте недубровской пачки в пограничных пермотриасовых отложениях на востоке Московской синеклизы Морковин Б.И. (ПИН им. А.А. Борисяка РАН, prodeo27@yandex.com), Морковин В.И.* (МГРИ им. Серго Орджоникидзе, shadow453@yandex.com).....	90
21. О находках зелёных водорослей <i>Quasilancicula sergaensis</i> (Lanciculaceae, siphonales) в отложениях нижнего эмса западного склона Среднего Урала Павлова Ю.Э.* (ФГБОУ ВО МГРИ, uliapavlova2003@gmail.com), Бушманова Ю.Д. (ФГБОУ ВО МГРИ, Julia25849@yandex.ru).....	95
22. О ракоскорпione <i>Eurypterus tetragonophthalmus</i> (Merostomata, Eurypteroidea) из силурийских отложений Эстонии	



Смирнов П.В.* (ФГБОУ ВО МГРИ, sir-paul.smirnov@yandex.ru), Каратеев И.Г. (ФГБОУ ВО МГРИ, volcharski@gmail.com).....	100
23. О проблематичных находках клешней омаров (<i>Decapoda</i> , <i>Nephropidae</i>) из нижнего мела Крыма Ульшин М. А.* (МБОУ «Научненская СОШ», may.ulshin@Yandex.ru).....	104
24. О некоторых особенностях фоссилизации раковин <i>Karpinskia conjugula</i> Tschernyschew, 1885 (<i>Atrypida</i> , <i>Brachiopoda</i>) из отложений пражского яруса восточного склона Северного Урала Умраева М.И.* (ФГБОУ ВО МГРИ, madness257@mail.ru).....	108
25. Перспективы нефтегазоносности докембрийских осадочных толщ юго-востока Байкитской антеклизы Фомин В.А.* (ООО «Красноярскгазпром нефтегазпроект»1, ИЗК СО РАН2, fovarid@yandex.ru), Вахромеев А.Г. (ИЗК СО РАН, andrey_igr@mail.ru), Струнов А.В. (ООО «Красноярскгазпром нефтегазпроект», a.strunov@krskgazprom-ngp.ru).....	113

Секция «Геология, геотектоника, геодинамика»

*Результаты палеостресс реконструкции в южной части Чуйской впадины
(республика Горный Алтай)*

*Бондарь И.В. * (ИФЗ РАН, bond@ifz.ru),
Маринин А.В. (ИФЗ РАН, marinin@ifz.ru)*

Аннотация

В данной работе проведена реконструкция главных осей напряжения в южной части Республики Горный Алтай, в Кош-Агачском районе. В изученном районе, расположенном к северо-востоку от Чуйской котловины, преобладают девонские отложения, представленные преимущественно известняками, песчаниками и алевролитами. Отложения нарушены многочисленными складчато-разрывными дислокациями. Исходными данными для реконструкции являются замеры пространственной ориентировки зеркал скольжения, сама реконструкция проводилась с помощью метода катакластического анализа разрывных смещений Ребецкого Ю.Л. В результате проведенных исследований получены ориентировки осей максимального сжатия преимущественно юго-восточного и северо-западного направлений, встречаются юго-западные ориентировки. Также зафиксировано, что для рассматриваемого района существенно преобладают обстановки горизонтального сдвига, в меньшей степени фиксируются обстановки горизонтального сжатия и горизонтального растяжения.

Ключевые слова

Тектонические напряжения, геологические стресс-индикаторы, зеркала скольжения, трещины, разрывы, Горный Алтай

Источники финансирования

Работа выполнена в рамках Госзадания ИФЗ РАН

Теория

Кош-Агачский район расположен в южной части Республики Горный Алтай, при этом он приравнен к районам Крайнего Севера. Суровость климата связана, в том числе с рельефом: поскольку Чуйская котловина имеет форму «чаши», воздух в ней застаивается и остывает, особенно зимой [Модина, Сухова, 2007]. В геологическом отношении район является частью Алтае-Саянской складчатой области, располагаясь практически на границе Горного Алтая и Монгольского Алтая. В изученном районе, расположенном к северо-востоку от Чуйской котловины, преобладают девонские отложения, представленные преимущественно известняками, песчаниками и алевролитами. Отложения нарушены многочисленными складчато-разрывными дислокациями.

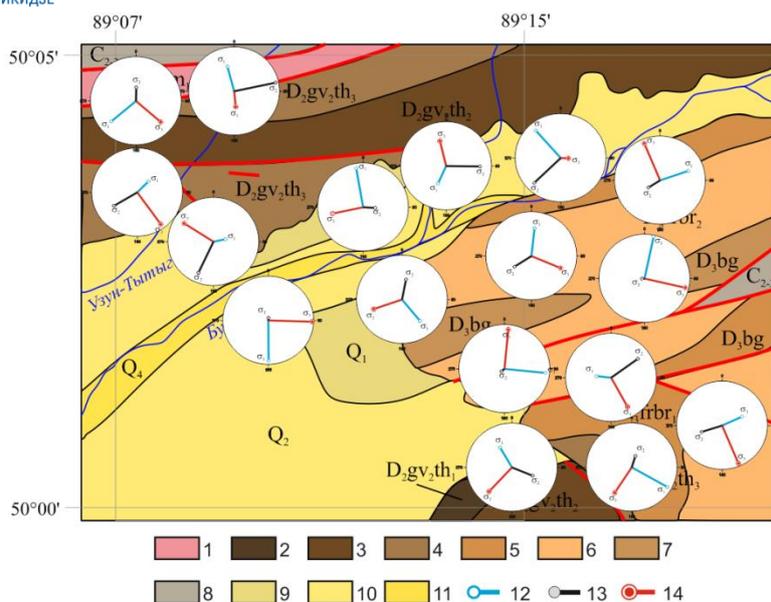


Рисунок 2. Полученные в результате расчета локальные стресс-состояния. 1 - кембрийская система; 2-7 - девонская система: 2,3,4 - живетский ярус, 5,6 - франкийский ярус, 7 - богутинская свита; 9 - каменноугольная система; 9-11 - четвертичная система: 9 - нижний отдел, 10 - средний отдел, 11 - современный отдел; 12-14 - главные оси напряжения: 12 - максимального растяжения, 13 - промежуточная, 14 - максимального сжатия.

Большинство осей максимального сжатия имеют небольшой угол погружения, а также ориентировку в СЗ-ЮВ направлении. В четырех локальных стресс-состояниях оси максимального сжатия имеют погружения на юго-запад, в двух случаях данные оси практически вертикальны (рис. 3). Оси максимального растяжения ориентированы менее закономерно - сильно варьируется как угол погружения осей, так и сама ориентировка. Для осей растяжения можно выделить относительно проявленное субмеридиональное и северо-восточное направление. Промежуточные оси ориентированы однородно и формируют своего рода пояс с северо-восточным простиранием. Такое различие в ориентировках главных осей напряжения вероятно связано со сложным геологическим строением исследуемого района.

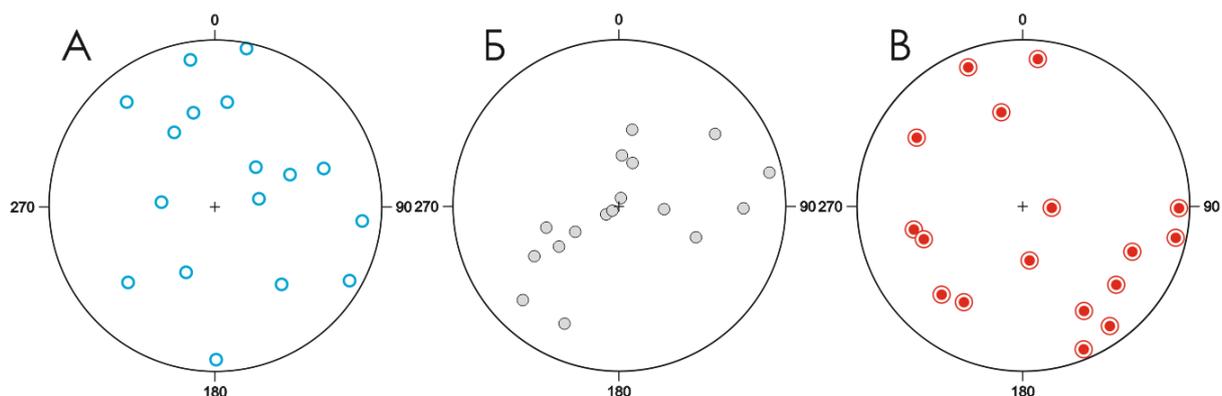


Рисунок 3. Распределение на круговых диаграммах главных осей напряжения. А - главные оси растяжения; Б - промежуточные оси; В - главные оси сжатия.

По сравнению с меняющимися (по азимуту погружению) ориентировками осей главных напряжений более устойчив и информативен тип напряженного состояния (по положению осей на зенит). По результатам реконструкции установлено, что для рассматриваемого района существенно преобладают обстановки горизонтального сдвига, в меньшей степени фиксируются обстановки горизонтального сжатия и горизонтального растяжения (рис. 4).

По данным ранее проведенных исследований современных тектонических напряжений, которые для реконструкции использовали сейсмологические данные, для данного района также было установлено северо-запад – юго-восточное направление максимального сжатия, отличное от преобладающего для всего Горного Алтая меридионального направления [Омар и др., 2012]. По этим данным также в регионе преобладают обстановки горизонтального сдвига [Ребецкий и др., 2013].

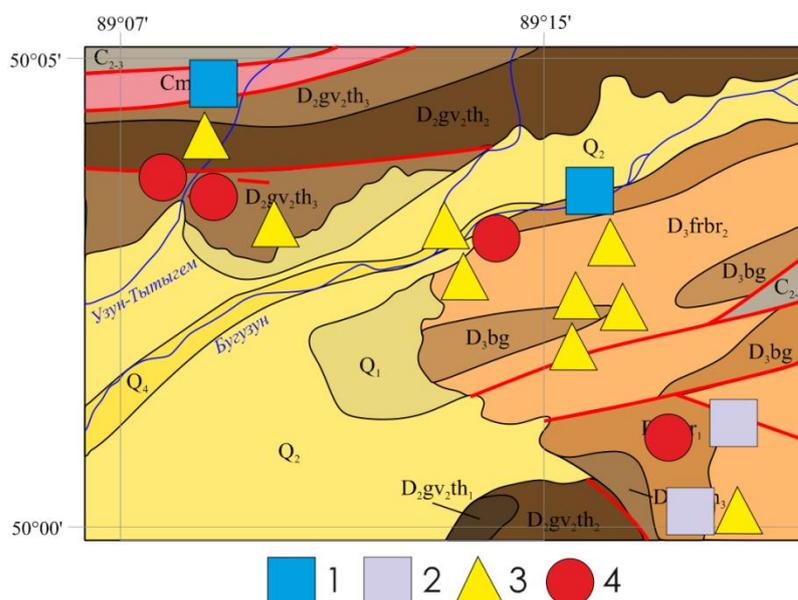


Рисунок 4. Распределение геодинамических типов напряженного состояния. 1-4 - геодинамические типы напряженного состояния: 1 - горизонтального растяжения, 2 - горизонтального растяжения в сочетании со сдвигом, 3 - горизонтального сдвига, 4 - горизонтального сжатия.

Выводы

В результате проведенных исследований получены ориентировки осей максимального сжатия преимущественно юго-восточного и северо-западного направлений, встречаются юго-западные ориентировки. Также зафиксировано, что для рассматриваемого района существенно преобладают обстановки горизонтального сдвига, в меньшей степени фиксируются обстановки горизонтального сжатия и горизонтального растяжения, что подтверждается проведенными ранее исследованиями.

Благодарности

Авторы работы выражают благодарность Дееву Е.В. за помощь при организации и проведение полевых работ.

Библиография

1. Модина Т.Д., Сухова М.Г. «Климат и агроклиматические ресурсы Алтая». Новосибирск. Университетское книжное издательство. 2007
2. Омар Х., Арефьев С. А., Ребецкий Ю. Л. Механизмы афтершоков 2004-2005 гг и напряженное состояние очаговой области Алтайского землетрясения 2003 г // Геофизические исследования. — 2012. — Т. 13, № 3. — С. 56–73.
3. Ребецкий Ю. Л., Кучай О. А., Маринин А. В. Напряженное состояние и деформации земной коры Алтае-Саянской горной области // Геология и геофизика. — 2013. — Т. 54, № 2. — С. 271–291.
4. Ребецкий Ю. Л., Сим Л. А., Маринин А. В. От зеркал скольжения к тектоническим напряжениям. Методы и алгоритмы. ГЕОС Москва. 2017. 225 с.

Карст города Уфы и его влияние на эксплуатацию зданий и сооружений

Епифанова Д.Р. * (НИУ МГСУ, Институт гидротехнического и энергетического строительства, кафедра инженерных изысканий и геоэкологии, г. Москва, 89174139314@mail.ru), Травкин А.И. (г. Москва, anatoly_tra@mail.ru)

Аннотация

В данной работе рассматривается степень пораженности территории г. Уфы проявлениями карстового процесса на основе отчётов: 1) «Инженерно-геологическое обеспечение г. Уфы для разработки генплана в М 1:10000»: Уфа, трест «ЗапУралГИСИЗ», канд. геол.-мин. наук В.И. Мартин и др., 1994-1999 гг. и 2) «Создание цифровой карты инженерно-геологического районирования в М 1:10000 для разработки генерального плана городского округа город Уфа в Республике Башкортостан»: Уфа, ЗАО «Стройизыскания», (канд. геол.-мин. наук А.И. Травкин, Д.Р. Епифанова и др., 2012-2013 гг.). Приведены примеры отрицательного влияния проявлений карста на здания и сооружения в г. Уфе.

Ключевые слова

Карст, суффозия, процессы, воронки, провалы, гипс.

Теория

Уфа – город миллионер основан в 1574 году в устье небольшой реки Сутолоки, впадающей в реку Белая. В настоящее время город, протяженностью с севера на юг 54 км и с запада на восток 30 км, занимает площадь 715 кв. км. «Основная часть города (жилая и промышленная) находится в пределах так называемого “Уфимского полуострова”, ширина которого от 2,0 до 2,5 км в центральной части (район Лихачевской излучины), до 5-7 км в северной и южной частях города, а протяженность его (с севера на юг) составляет 30 км» [1].

От долин рек Белой и Уфы «Уфимский полуостров» отделяется крутым уступом высотой 50-100 м. Вне «полуострова» городская территория занимает террасированные долины рек: Белая, Уфа, Дёма, Шугуровка (рис. 1).

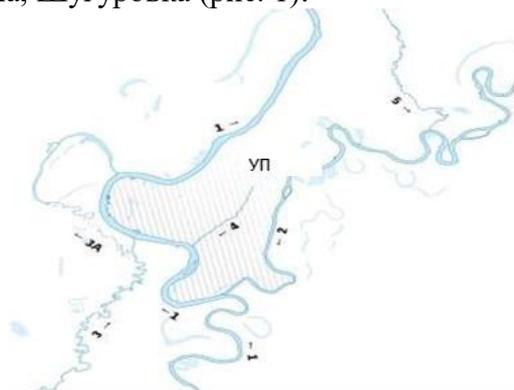


Рисунок 1. Гидрография г. Уфы. Названия рек: 1 – Белая, 2 – Уфа, 3 – Дёма, 4 – Сутолока, 5 – Шугуровка, ЗА – Затонская излучина, УП – «Уфимский полуостров»

Уфа характеризуется развитием преимущественно двух типов карста: русского закрытого и камского перекрытого. Имеются незначительные участки голого карста.

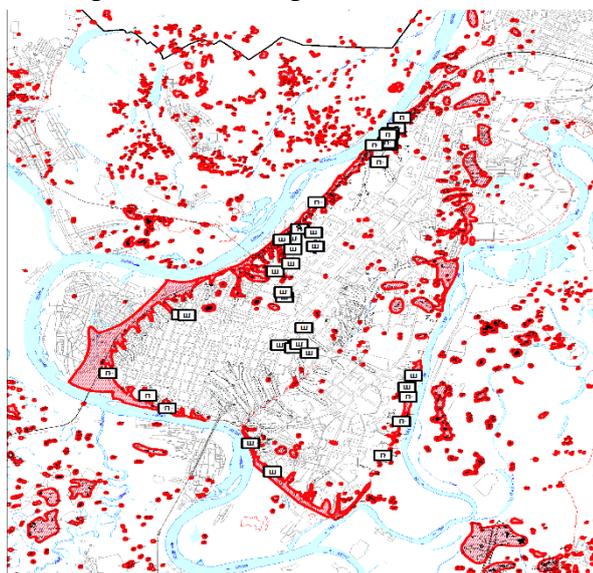
Карст русского типа развивается в пределах склонов водораздела и коренных склонов речных долин, камского типа – в границах аккумулятивных долин рек [2-7].

Одним из основных условий развития карста - наличие в геолого-литологическом разрезе города гипсово-ангидритовой толщи кунгурского яруса мощностью до 340 м.

Кроме того, карстовый процесс связан с карбонатными и гипсоносными породами уфимского яруса. На междуречье рек Белой и Уфы гипсово-ангидритовая толща закрыта терригенно-карбонатными породами уфимского яруса мощностью от 15-25 м (в местах максимального подъема кровли кунгурского яруса), а в синклиналиях до 60 м и более. Уфимский ярус закрыт местами глинами неогеновыми и общесыртовыми общей мощностью до 50 м.

Гидрогеологические условия благоприятны для развития карста: в сульфатных породах кунгурского яруса развит горизонт трещинно-карстовых вод, а в перекрывающих гипсы отложениях верхнепермского, неогенового и четвертичного возрастов – горизонты и комплексы трещинно-пластовых и порово-грунтовых вод обладающих часто значительным дефицитом насыщения сульфатами и карбонатами.

Интенсивное развитие карстовых процессов и явлений объясняется расположением карстующихся пород в зоне активного водообмена и связано с дренирующим влиянием долин рек Белой и Уфы.



Условные обозначения: П-Пещера; Ш – штольня; ● - проявление карстовых процессов;
● - карстовые поля

Рисунок 2. Карта поверхностных проявлений карста, карстовых пещер и штолен на территории г. Уфы.

На рис. 2 - расположение 6 штолен общей протяженностью 4206 м, 23 пещеры общей протяженностью 585 м и более 20 мест подработки грунтов (известняк, доломит, песчаник)

По условиям развития и проявлений карстовых процессов различают карст междуречья и карст речных долин.

Карст междуречья. В геологическом строении междуречья участвуют уфимский (терригенно-карбонатный) и кунгурский (сульфатно-карбонатный) ярусы пермской системы. Карстовый процесс наиболее активен в пределах гипсовых куполовидных поднятий, вдоль правых крутых бортов долин рек Белой и Уфы и где наблюдается значительное количество карстовых воронок и провалов.

На платообразных междуречьях (Бельско-Сутолокское, Сутолокско-Уфимское, Бельско-Шугуровское), где карстующиеся породы перекрыты шешминскими красноцветами, практически отсутствуют поверхностные карстопроявления.

Участки выклинивания шешминских терригенно-карбонатных пород сопровождаются многочисленными воронками карстово-суффозионного генезиса, что обусловлено разгрузкой горизонта грунтовых вод приуроченных к песчаникам и поглощением их подстилающими карбонатными толщами.

Уступы современных склонов, совпадающие с уступами, обрамляющими палеодолину р. Уфы в северной части города, сопровождаются наибольшей современной активностью карстово-суффозионного процесса. К таким уступам приурочены карстово-суффозионные воронки и депрессии в парке им. Калинина. В северной части города Уфы наибольшая ширина древних долин рек Уфы и Шугуровки достигает 700–750 м, глубина 160 м.

Карстовые воронки обычно образуют скопления — карстовые поля. В пределах города и пригородов выявлено 27 карстовых полей. Воронки, сливаясь друг с другом, образуют котловины и овраги эрозионно-карстового происхождения (рис. 2).

Карст речных долин. Территория долин полностью находится в условиях развития перекрытого сульфатного и сульфатно-карбонатного карста.

Карстующиеся иренские гипсы, соликамские известняки и мергели в доплиоценовое время были выведены на поверхность и подвергались воздействию денудационных процессов (эрозия, карст, суффозия и др.), в результате чего на значительных площадях они были смыты. Этому благоприятствовал глубокий каньонообразный врез палеорусел рек Белой и Уфы. В плиоцене этот сильно эродированный и закарстованный комплекс пород был погребен под мощной толщей преимущественно глинистых морских и суглинистых перигляциальных, песчано-гравийных аллювиальных отложений. В пределах переуглубленных русел рек Уфы и Белой (Лихачевский перешеек, излуины рек Уфы и Белой) мощность перекрывающих кинельских глин достигает 100–120 м, на остальной территории 30–40 м (излуины: Кузнецовского затона, Терегуловская, Сипайловская). Как правило, такие участки характеризуются большой плотностью поверхностных карстопроявлений и относительно небольшими их размерами (диаметр воронок от 5–10 до 25–30 м).

Наиболее крупные воронки установлены в пределах Дудкинско-Максимовского (в долине р. Уфы) и Карюгинско-Алексеевского (в долине р. Белой) карстовых полей. Диаметр воронок от 15 до 180 м, средний — 50–80 м.

Коэффициент закарстованности в долинах рек в пределах 17 карстовых полей изменяется от 0,02 до 0,21. Плотность воронок от 6–7 до 100 на 1 кв. км.

Следует отметить о активном развитии карста на “Уфимском карстовом косогоре”, особенно вдоль железной дороги. В пределах железнодорожного полотна и в непосредственной близости от него с 1888 по 2015 годы на косогоре образовалось 108 провалов и воронок (в среднем 0,4 шт. в год). Самый крупный провал, глубиной 13–14 м и площадью 1500 кв.м., образовавшийся 27 апреля 1927 г. на 1623 км железной дороги Москва – Челябинск, захватил склон насыпи дороги и нечетный путь [4, 5].

Генезис воронок в пределах долин преимущественно карстово-суффозионный.

С проявлениями карста связаны проблемы строительства и эксплуатации зданий и сооружений. Благодаря достижениям инженерного карстования и разработке комплекса различных мер противокарстовой защиты, в последние 35-40 лет идет строительство в присклоновых и склоновых участках с применением мер противокарстовой защиты. Строительное освоение сложной в инженерно-геологическом отношении территории города Уфы, с прокладкой водонесущих коммуникаций и их

последующим обветшанием не могло не сказаться на активизации карстовых и суффозионных процессов. Следствием является увеличение случаев отказа естественных оснований зданий и сооружений.

В пределах г. Уфы и его окрестностей с 60-х годов прошлого столетия до настоящего времени зафиксировано более 30-ти случаев отказа оснований и фундаментов, связанных с проявлениями карстовых и карстово-суффозионных процессов. В большинстве случаев отказа оснований и фундаментов, по причине проявлений карста, предпринимаемые меры противокарстовой защиты (ПКЗ) позволяют продолжить эксплуатацию зданий и сооружений. Лишь в 4 случаях здания были снесены, в том числе и после выполнения мер ПКЗ (ПТУ по ул. Нежинской, Центр начисления пенсий, готовится снос дома № 25 в микрорайоне «ЦЭС-2», Библиотечный техникум).

Выводы

Постоянных наблюдений (мониторинга) за деформациями пород основания, фундаментов и конструкций зданий и сооружений не ведется ни по одному из аварийных объектов. По данным монографии «Карст Башкортостана» [1] временные режимные наблюдения были выполнены в 6 случаях.

А провалы происходят. У дома № 193/2 по ул. Вологодской в ноябре 2016 г. в карстовом провале заполненном водой утонул легковой автомобиль. Вокруг участка расположения этих домов за последние 30-40 лет произошло не менее 8 карстовых провалов.

По данным [4] на 2019 г. выявлено 227 карстовых провалов. По отчету ЗАО «Стройизыскания» (заказчик Главархитектура г. Уфы) на 2013 г. карта закарстованности города насчитывает 5610 карстовых воронок, 22 карстовые пещеры, 21 искусственную выработку - штольню.

Приведенные данные далеко не полные, так как в городе отсутствует система сбора информации о проявлениях опасных геологических процессов

Библиография

1. Абдрахманов Р.Ф., Мартин В.И., Попов В.Г., Рождественский А.П., Смирнов А.И., Травкин А.И. Карст Башкортостана. Уфа: РА «Информреклама», 2002. - 384 с.
2. Епифанова Д. Р., Травкин А.И. Опасные геологические процессы на территории застройки проектируемой в пределах юго-западной части г. Уфы. Материалы XV Общероссийской научно-практической конференции «Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации», ООО «Геомаркетинг». Москва: 2021. – С. 739-746.
3. Опасные геологические процессы на территории застройки проектируемой в пределах юго-западной части г. Уфы. Материалы XV Общероссийской научно-практической конференции «Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации», ООО «Геомаркетинг». Москва: 2021. – С. 739-746.
4. Камалов В.Г., Барышников В.И. Опасные геологические процессы на территории Уфимского «полуострова» (Инженерная геодинамика). – Уфа: Информреклама. 2019. – 240 с.
5. Смирнов А.И. Карст и современная его активность на Уфимском карстовом косогоре. Геологический сборник № 12. Информационные материалы. ИГ УНЦ РАН. – Уфа, 2015. – С. 223-229.

6. Травкин А.И. К вопросу оценки карстовой опасности и управления природными рисками в г. Уфе – столице Республики Башкортостан. Научная статья. Геологический вестник. 2021. № 3. С. 111-116.

7. Травкин А.И. Прогноз карстоопасности и районирования закарстованных территорий (не примере центральной части г. Уфы). Диссертация на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук. – М.: ПНИИИС Госстроя России, 1989.

«Тектономагматическое строение Северо-Восточной части Российского сегмента Тихоокеанского кольца»

Измайлова А.А.* (МГРИ, fenekmangi@gmail.com),

Головастов Д.А. (МГРИ, goldan21@mail.ru),

Дьяконов В.В. (МГРИ, diakonovvv@mgri.ru),

Аннотация

Показано присутствие на территории сегмента Российской части Тихоокеанского пояса, крупных палеовулканических сооружений, как структур первого порядка в пределах вулканических поясов разного возраста.

Ключевые слова

Тихоокеанское кольцо, тектономагматическое строение, структурно-магматические зоны, палеовулканы.

Теория

В работе рассмотрены вопросы тектонического районирования Чукотки. Особенности геологического строения тектонических подразделений с позиции палеовулканического строения. В основу работы положен материал полученный в процессе прохождения геологосъемочной практики в составе полевого отряда ООО «Геотехконсалтинг». Практика проходила на территории Омолонского рудного района.

Административно рассматриваемая территория входит в состав Восточной части Магаданской области, Чукотской А.О. и Камчатского края (Рис. 1). Географически территория представляет собой восточную оконечность Азиатского континента от Берингова пролива на востоке до долины реки Калымы на западе. На значительной части территории обнажаются магматические породы большого возрастного диапазона, от девонской до четвертичной эпох. В составе отложений принимают участие породы как эффузивного, так и интрузивного генезиса. В значительном количестве присутствуют породы вулканогенно-осадочные и осадочные. По данным предшественников, породы в разрозненных естественных обнажениях, представлены пологозалегающими гнейсоподобными породами. Мощность таких выходов, визуально, не превышает нескольких десятков метров, реже около 100 м. Отнесение их к архейской группе пород всегда было условно. Характерной особенностью этих пород является значительная степень их магматизации и гранитизации. Аналогичные им породы на Камчатке

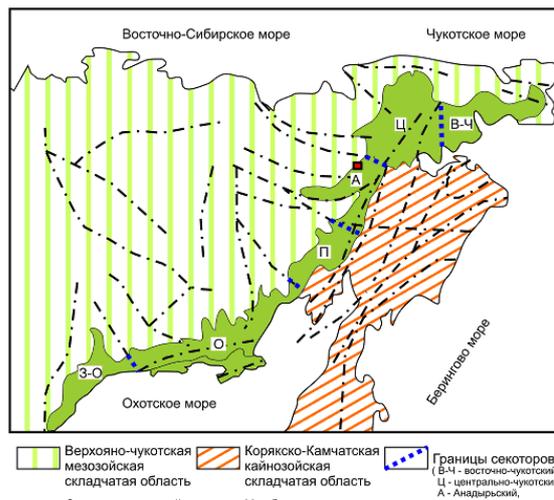


Рисунок 1. Схема тектонического строения Северо-Востока России (по материалам Белого В.Ф. 1978)

продолжительное время считались так же архейскими, но выполненные за последние годы многочисленные исследования однозначно позволили отнести их к метасоматически измененным породам мелового возраста {1,2,3}.

Так что вопрос о присутствии блоков архей – протерозойского возраста на данной территории следует считать закрытым. Тектоническое строение Российского северо-восточного сегмента рассматривалось целым рядом наших исследователей {4, 5, 6}.

Нами выделяются с запада на восток, три структурно-магматических зоны:

1. Охотско-Омолоно-Чукотская (Р.Б.Умитбаев, 1980г);
2. Охотско-Чукотская (В.Ф.Белый, 1978 г);
3. Коряко-Камчатская (В.Ф.Белый 1978г., Р.Б.Умитбаев, 1980г).

Изучение изданного и фондового материалов позволяет провести структурно-формационный анализ намеченных палеовулканических сооружений (Рис. 2). Рассматривая эти зоны в качестве вулканических поясов, мы пытаемся выделить в их пределах палеовулканические сооружения, в качестве структур первого порядка. Эти структуры – крупные (диаметром более 100км) палеовулканические сооружения. Формирование палеовулканов происходит в три последовательных этапа: 1 – извержение эффузивных продуктов основного состава, приводит к созданию щитового вулкана; 2 – последующие извержения эффузивных продуктов кислого состава, из того же магматического

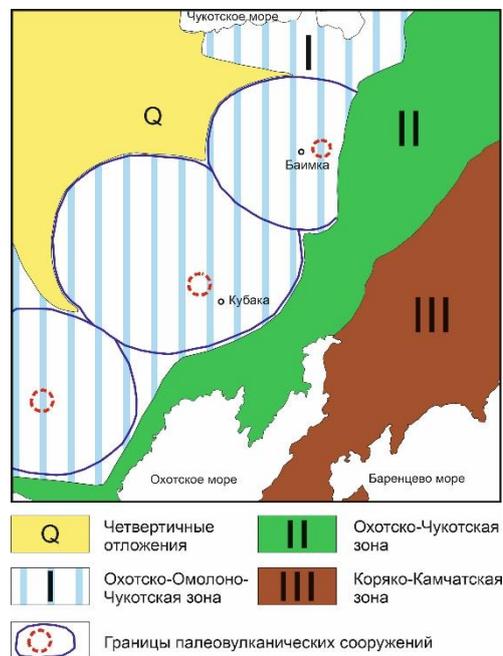


Рисунок 2. Структурно-магматическое районирование Северо-Восточной части Российского сегмента Тихоокеанского кольца (авторский, с использованием материалов Белого В.Ф 1978 и Умитбаев Р.Б. 1986)

Таблица 1. Этапы и время формирования палеовулканических сооружений

канала, приводят к созданию стратовулкана; 3 – формирование интрузивных тел внутри палеовулканического сооружения (Табл.1).

Периоды	Этапы	Структурные элементы	Состав	Млн. лет
Интрузивный	3 этап	Интрузивные тела	Основной - кислый	~60
Эффузивный	2 этап	Стратовулкан	Средний - кислый	~50
	1 этап	Щитовой вулкан	Основной - средний	~70

Продукты эффузивной деятельности первых двух этапов представлены тремя группами фаций: жерловые, склоновые и удаленные, располагающимися в строгой структурной латеральной последовательности от центра палеовулканического сооружения к его периферии. В интервале каждого этапа они формируются одновременно.

На примере Урала можно сказать, что палеовулканические исследования показали присутствие сооружения двух тектономагматических циклов салаирского (520-410 млн. лет) и герцинского (360-260 млн. лет).

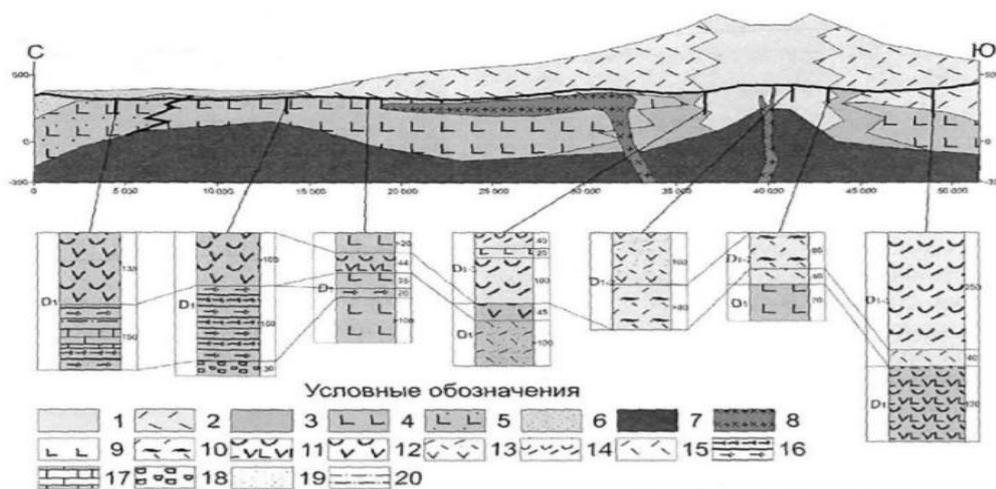


Рис 3. Тельбесское палеовулканическое сооружение (масштаб в метрах).

Составил: Котельников Е.Е. (с использованием материалов Г.А. Бабина, В.Д. Яшина, В.Н. Сергиенко, В.Г. Руткевича, А.И. Перепелицина, А.В. Копейкина, В.П. Болтухина и др.)

1 - породы околожерловой фации 2-й стадии; 2 - породы склоновой фации 2-й стадии; 3 - породы околожерловой фации 1-й стадии; 4 - породы склоновой фации 1-й стадии; 5 - породы удаленной фации 1-й стадии; 6 - осадочные породы; 7 - породы фундамента; 8 - интрузивные породы; 9 - базальтовые порфириты; 10 - игнимбриты кислого состава; 11 - туфы андезито-базальтового состава; 12 - туфы андезитового и андезито-дацитового состава; 13 - туфы смешанного состава; 14 - туфы преимущественно кислого состава; 15 - туфы липаритовых порфиров; 16 - туфопесчаники, туфоалевролиты; 17 - известняки; 18 - конгломераты; 19 - песчаники; 20 - алевролиты;

Рисунок 3. Схема палеовулканических сооружений (по материалам Дьяконова В.В. и Котельникова Е.Е. 2014)

Области развития жерловых фаций центральных кальдер, на сегодняшний день являются наименее изученными. Поскольку, они, как правило, представлены депрессионными формами рельефа и поэтому перекрыты продуктами разрушения жерловых фаций. Жерловые отложения относятся к одноимённой формации, представленной грубообломочными брекчиями, лавобрекчиями, туфами и субвулканическими штоками и дайками, соответствующих фаций (Рис. 3) {8}.

Склоновая фация – представлена большим количеством продуктов фации лавовых и мелкообломочных лавобрекчиевых потоков, пирокластических образований, накапливающихся вниз по склону от центрального жерла, за пределами накопления продуктов жерловых фации. Четкой границы между продуктами фармаций не существует, являя яркий пример постепенных фациальных переходов.

Удаленная фация – слагающие ее породы, представлены вулканогенно-осадочными и осадочными фациями, реже вулканогенными.

К поствулканической (интрузивной) фации относятся интрузивные массивы и тела (дайки, штоки и т.д.) постэффузивного периода развития вулканов. Формируются крупные гипабиссальные интрузии, приуроченные, как правило, к относительно мощным терригенным горизонтам, накапливающимся между лавовыми фациями (Рис.3).

В данной работе мы сосредоточились на выявлении палеовулканических сооружений в Охотско-Омолоно-Чукотском поясе. Наши построения подтверждаются взглядами Умитбаева Р.Б. на существование в пределах Охотско-Омолоно-Чукотского пояса серии тектонических мегасводов. Для них существует схожий для всех характер распределения литологических фаций в концентрической форме, расходящихся от центра к периферии мегасводов. Самыми древними отложениями в пределах трех структур (по данным предшественников) являются лавы базальтов и их пирокластика. Выше них располагаются отложения дацитов, риолитов и их туфов. Возраст их до верхне-пермских. В то же время усложняют геологическое строение пояса, обнажающиеся в его пределах вулканогенно-осадочные отложения мезозойского возраста. Несмотря на разницу в датировках возраста для разных районов в пределах зоны, вполне можно предположить отнесение этих отложений к единому мезозойскому циклу магматической активизации полного цикла:

- Первый эффузивный этап – триас-ранне юрский, эпоха формирования щитового вулкана, сложенного породами базальтового, базальт – андезитового состава с сопутствующими вулканогенно-осадочными отложениями.
- Второй эффузивный этап – юрско-ранне меловой, представленный породами дацит-липаритового состава.
- Третий интрузивный этап – ранне меловой, представленный массивами габбро-диорит-гранодиоритового и диорит-гранодиорит-гранитового составов.

Восточнее Охотско-Омолон-Чукотской зоны располагается Охотско-Чукотская зона, сложенная продуктами магматизма мелового возраста. Присутствие палеовулканических сооружений в ее пределах сомнений не вызывает {7}. Так же наличие вулканических сооружений в третей - Коряко- Камчатской зоне, вряд ли у кого-либо вызывает сомнения. Они прошли полный цикл развития:

- Первый эффузивный этап – нижний мел – базальт-андезитовые продукты магматической деятельности;
- Второй эффузивный этап – верхний мел – толщи риолит-дацитового состава.
- Третий интрузивный этап – верхний мел, представлен внедрением гранитоидных лаполитов.

Выводы

Таким образом показано присутствие на территории сегмента Российской части Тихоокеанского пояса, крупных палеовулканических сооружений, как структур первого порядка в пределах вулканических поясов разного возраста.

Библиография

1. Виноградов В.И., Григорьев В.С., Кастырькина В.М. Возраст метаморфических пород фундамента Камчатки // Сов. Геология,-1991,-№7,-с.58-65.

2. Рихтер А.В. Строение метаморфических образований восточной Камчатки. -М.: Наука, 1993, - с.25-28.
3. Татарин И.А., Бедредин З.Г. Дальневосточный геологический институт ДВО РАН. Владивосток, Стратиграфия, геологическая корреляция:// Том 23, №2, 2015.
4. Кривцов А.И., Багданов Ю.В.- Меднорудные месторождения порфирирового типа и условия образования.-М.: Недра,1987.-194 с.
5. Белый В.Ф.,. Формации и тектоника Охотско-Чукотского вулканогенного пояса.- М.: Наука. 1978. -213с.
6. Умитбаев Р.Б. Охотско-Чаунская металлогеническая провинция.-М.: Наука, 1986. – 286с.
7. Сергиевский А.П. Автореферат-Геология Кайемравеемского рудного узла и условия локализации золото-серебряного оруденения (Центральная Чукотка). М.: 2006.- 26,1с.
8. Котельников Е.Е., Дьяконов В.В. Поиски перекрытого эндогенного оруднения по результатам палеовулканических реконструкций. 2014. – 50с.
9. Литвинова З.Ф., Наталенко В.Е. Отчет о геологоразведочных работах Булунской ГРП, Рассошинского и Калыкского отрядов за 1964-1970гг. 1971. – 286с.
10. Несмеянова А.И., Васильев Н.П., Захаров И.О. Отчет о результатах поисковых геологических работ на Левоайнанэнской рудной площади. 2021. – 115с.
11. Измайлова А.А. Отчет по практике по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (производственная) практика. 2021. – 25с.
12. Головастов Д.А. Отчет по практике по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (производственная) практика. 2021. – 21с.

Применение дистанционных методов исследования для уточнения структурно-геологических особенностей строения Курильского региона (на примере островов Кунашир и Итуруп)

Крикун Н.С.* (Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского, г. Санкт-Петербург, Nikita_Krikun@vsegei.ru)

Аннотация

В ходе исследования подготовлена методика, основанная на комплексном анализе данных дистанционного зондирования Земли и геолого-геофизических материалов с привлечением новых методов моделирования, для изучения особенностей геологического строения территории. Использование данной методики позволило впервые выделить или уточнить местоположение разрывных нарушений, типизировать их и определить кинематику, а также установить более достоверную пространственную связь выявленных структур с магматизмом. Представленный подход может быть распространен и на другие острова Большой Курильской гряды, тем самым приблизив геологов-исследователей к получению ответов на вопросы о тектоническом строении и эволюции островной дуги.

Ключевые слова

Курильская островная дуга, линеаментный анализ, Южные Курилы, сейсмологический анализ

Источники финансирования

Исследование выполнено в рамках объекта «Создание комплектов государственной геологической карты масштаба 1:1 000 000 (авторский вариант) листов L-55 (Южно-Курильск (с клапаном К-55), L-56 (о. Симушир)» (Государственное задание ФГБУ «ВСЕГЕИ» 14.01.2021 г., № 049-00016-21-00, выданного Федеральным агентством по недропользованию).

Теория

Представления о тектонических дислокациях островов Кунашир и Итуруп перманентно изменяются на протяжении семи десятков лет. Вопросы, связанные с классификацией, распределением, кинематикой, временем заложения разрывных нарушений остаются дискуссионными. Тем не менее, эти вопросы имеют ключевое значение для понимания тектонической эволюции региона [Ageev et al., 2021]. Оценка магмоподводящей роли крупнейших разломов на исследуемой территории дает представления об особенностях размещения вулканических и плутонических тел в пределах Южных Курил и всей островной дуги в целом, начиная со времени их формирования. Рудоконтролирующая роль дизъюнктивных дислокаций может быть использована для прогноза оруденения на исследуемой территории.

Район исследования расположен в пределах Курильской островной дуги. Согласно современным представлениям, Курильская островная дуга сформировалась на конвергентной границе Охотоморской и Тихоокеанской литосферных плит в результате субдукции последней [Schellart et al., 2003]. Острова Кунашир и Итуруп находятся в

Южной части Курильского архипелага и сложены стратифицированными породами неогена и антропогена, которые прорваны комагматичными субвулканическими и интрузивными образованиями. Геологический разрез Южных Курил, как и всей островной дуги в целом, состоит из двух структурных единиц: среднемиоцено-плиоценовый ярус, представленный вулканогенными и вулканогенно-осадочными породами и плейстоцен-голоценовый ярус, выполненный преимущественно вулканогенными образованиями [Государственная..., 2002].

При проведении данного исследования применен комплексный подход, основанный на анализе максимально возможного количества геолого-геофизической информации об объекте исследования. Для моделирования распределения разрывных нарушений проводится картографический анализ и промежуточная обработка и интерпретация разнотипных картографических основ (геологические карты масштабов 1:1 000 000 и 1:200 000, тектонические и неотектонические схемы, карты потенциальных геофизических полей масштаба 1:1 000 000, дистанционные основы Sentinel-1,2, данные распределения очагов землетрясений и др.).

Основным интерпретационным элементом при дешифрировании космических снимков (КС) и линеаментного анализа аномальных геофизической полей является линеамент. Существуют различные взгляды на природу линеаментов [Короновский и др., 2014]. Тем не менее, линеаментные схемы могут характеризовать разрывную тектонику региона исследований, в тех случаях, когда используются в совокупности с другими информационными слоями.

После сбора и подготовки банка геолого-геофизической информации было выполнено полуавтоматическое дешифрирование космических снимков, с учетом оптимальной специально подобранной методики. Продешифрованные схемы были также использованы для построения схем зон повышенной трещиноватости земной коры в пределах островов и построения роз-диаграмм для оценки существующего тектонического режима. Визуальный способ дешифрирования использовался для интерпретации карт аномальных геофизических полей и их трансформант и был ориентирован на выделение характерных особенностей полей (градиентные зоны, изменение простираний аномалий и т.д.).

Результатом выполнения данного этапа работ стали промежуточные линеаментные схемы, которые впоследствии были верифицированы путем сопоставления их между собой, с полевыми наблюдениями и другими информационными слоями (геологической основой, тектоническими схемами и др.). Кроме того, для подтверждения тектонической природы выявленных структур использовались результаты собственных полевых наблюдений и полевых наблюдений предшественников, которые были выполнены в ходе поисковых и геологосъемочных работ. Для изучения кинематики и амплитуды смещения по разрывным нарушениям использовались схемы корреляции по структурно-поисковым и гидрогеологическим скважинам, пробуренным в пределах исследуемой территории.

Итогом данной работы стало построение схемы тектонических нарушений островов Итуруп (Рис. 1) и Кунашир. На схемы также были вынесены объекты размещения полезных ископаемых для того, чтобы оценить рудоконтролирующую роль тектонических нарушений и особенности распределения различных генетических типов минерального сырья в зависимости от дизъюнктивных структур.

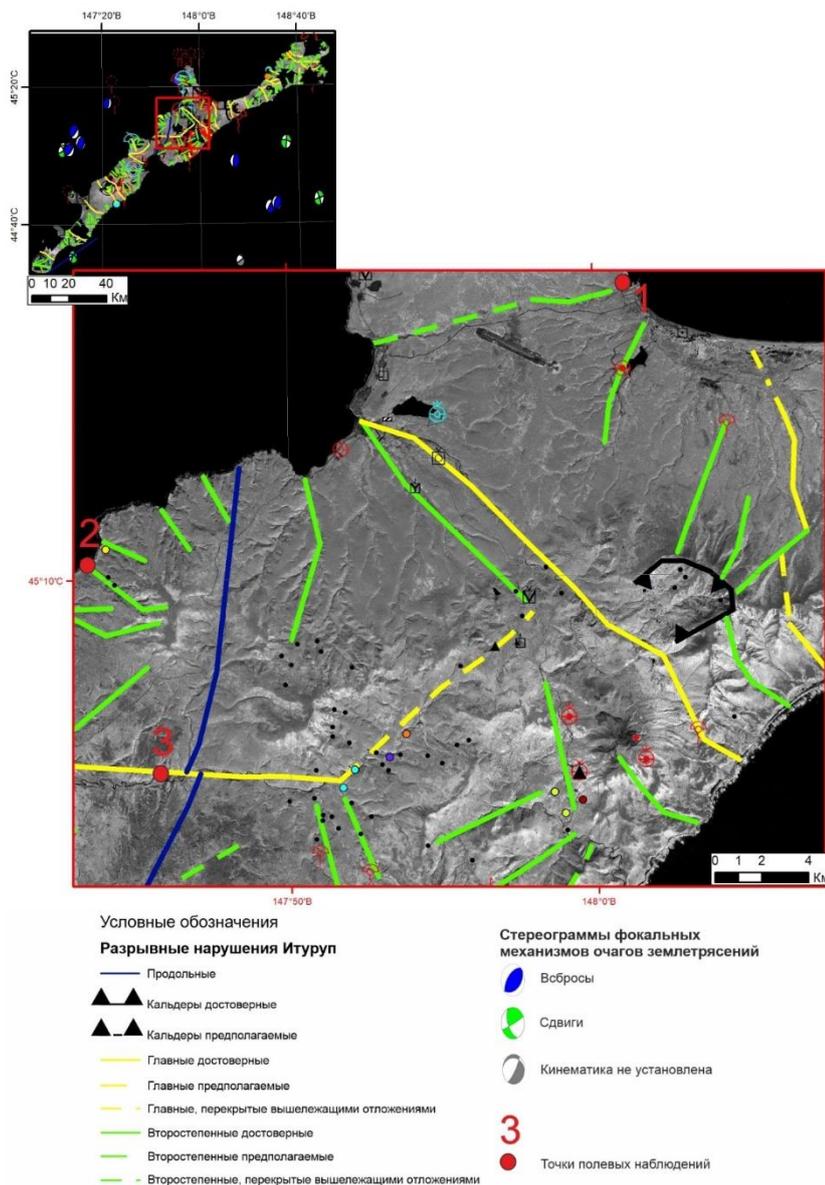


Рисунок 1. Схема тектонических нарушений на примере о. Итуруп

Выводы

Для уточнения тектонического строения островов Кунашир и Итуруп была разработана комплексная методика исследований, включающая в себя применение всевозможных источников геолого-геофизической информации.

При исследовании распределения простираний выявленных линеаментов установлено доминирующее ВСВ простирание зон деструкции земной коры, преобладание такого направления можно объяснить моделью образования ослабленных зон, ориентированных перпендикулярно оси сжатия.

В ходе построения схемы тектонических нарушений отмечается три группы структур: главные **продольные**, главные **поперечные** и **второстепенные**. **Продольные** структуры являются наиболее древними и глубинным, их заложение, вероятно, связано с формированием Курильской котловины, которое происходило в раннем миоцене

Достоверно можно утверждать, что **поперечные** разломы моложе продольных, так как смещают их на некоторых участках. Их формирование обусловлено развитием зоны деструкции фронтального склона в районе Центральных Курил в неогене при поднятии территории Курильских островов. **Второстепенные** разрывные нарушения наименее протяженные и глубинные связанные с наиболее поздними тектоническими подвижками.

Выявленная связь тектонической раздробленности и сейсмологической анализ Южных Курил отражает общую обстановку сжатия в регионе в ССЗ направлении, что подтверждается стереограммами фокальных механизмов очагов землетрясений, при чередующихся циклах растяжения и сжатия в северо-западном направлении. Предполагается, что наличие этих тектонических подвижек обеспечивает блоковое клавишное строение островов, где поперечные разломы разделяют их чередующиеся поднятые и опущенные блоки, которые морфологически представлены горными хребтами и депрессиями (перешейками) соответственно.

Библиография

1. Государственная геологическая карта Российской Федерации м-ба 1:200 000. Изд. второе. Серия Курильская. Листы: L-55-XXII, XXIII, XXVIII, XXIX, XXXII, XXXIII, XXXIV; K-55-II. Объяснительная записка. СПб: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ. 2002. 298 с.
2. Злобин Т.К., Полец А.Ю., Поплавская Л.Н., Сафонов Д.А. Особенности современной глубинной сеймотектоники литосферы Южных Курил (района о-ва Итуруп) по механизмам очагов землетрясений // Вестник ДВО РАН. 2011. № 3. С. 35-40.
3. Линеаменты, планетарная трещиноватость и регматическая сеть: суть явлений и терминология / Короновский Н.В., Брянцева Г.В., Гончаров М.А., Наймарк А.А., Копаев А.В. // Геотектоника. 2014. №2. С. 75-88. DOI: 10.7868/S0016853X14020052
4. Ageev A., Egorov A., Krikun N. The principal characterized features of earth's crust within regional strike-slip zones. Advances in Raw Material Industries for Sustainable Development. 2021. London. P. 36-40.
5. Baranov B.V., Werner R., Hoernle K A. et al. Evidence for compressionally induced high subsidence rates in the Kuril Basin (Okhotsk Sea) // Tectonophysics. 2002.
6. Schellart W.P., Jessell M.W., Lister G.S. Asymmetric deformation in the backarc region of the Kuril arc, northwest Pacific: new insights from analogue modeling // Tectonics. 2003. Vol. 22 (5), P. 1-18. 1047 DOI: 10.1029/2002TC00147

Особенности вещественного состава Пенвельвеемского аллохтона в структуре Южно-Аньюйской сутуры

Маскаев М. В.* (ФГБУН Геологический институт РАН, xxnishka@gmail.com), Мусеев А. В. (ФГБУН Геологический институт РАН, MGRI, moartem@yandex.ru), Ульянов Д. К. (ФГБУН Геологический институт РАН, urfin1995@gmail.com)

Аннотация

Пенвельвеемское поднятие имеет двухъярусное строение и состоит из аллохтонных пластин, надвинутых на комплексы ЮАС. Корневое положение аллохтонов определено предшественниками только по косвенным данным. В представленной работе приводятся анализ и интерпретации геохимического состава пород Пенвельвеемского поднятия.

Ключевые слова

Северо-восток Азии, Южно-Аньюйская сутура, Пенвельвеемское поднятие, геодинамика, геохимия.

Источники финансирования

Полевые и аналитические работы выполнены по проекту РНФ № 20-17-00197, базовое финансирование сотрудников за счет субсидии № 0135-2019-0038.

Теория

Территория Пенвельвеемского поднятия располагается в междуречье Правый-Левый Пенвельвеем и относится к структурам Южно-Аньюйской сутуры (ЮАС). ЮАС маркирует след существовавшего в юрско-раннемеловое время одноименного океанического бассейна, который разделял Евразийскую и Северо-Американскую плиты, точный возраст бассейна остаётся темой дискуссий. Северная и южная границы Южно-Аньюйского океанического бассейна были конвергентными. Окончательная структурная картина ЮАС оформилась в результате закрытия бассейна и последующей раннемеловой коллизии [6].

Пенвельвеемское поднятие находится в западной части Южно-Аньюйской сутуры (рис. 1) и представляет собой пакет аллохтонных пластин, которые были перемещены с юго-запада (современные координаты) и надвинуты на структуры ЮАС. Аллохтонный пакет чешуй имеет двучленное строение. Нижняя часть сложена турбидитами, базальтами, микститами и кремнями. Эти породы рассматривают как фрагмент Южно-Гремучненского комплекса Стадухинского сегмента ЮАС. Выше в разрезе нижней части располагаются зеленые сланцы, на которых залегают габбро и плагиограниты, которые сравниваются исследователями с Громаднинско-Вургувеемским массивом, расположенным на границе Яракваамского террейна Алазейско-Олойской складчатой системы и ЮАС [5].

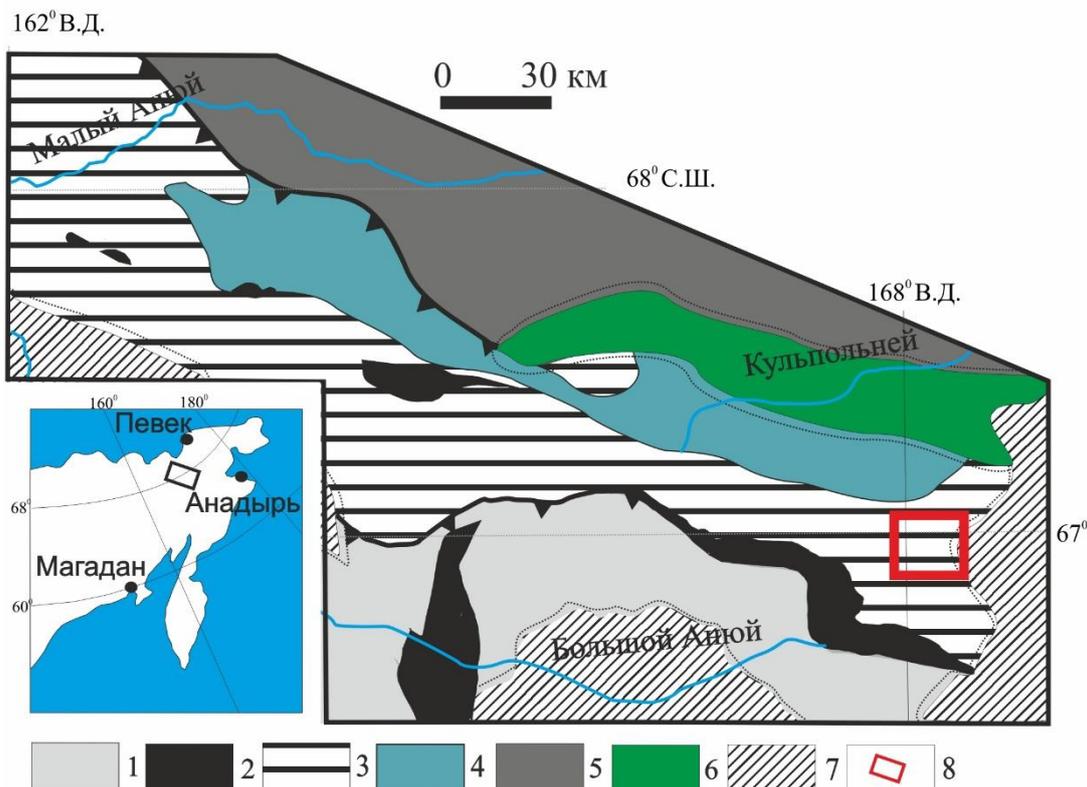


Рисунок 1. Схема основных структурных элементов Южно-Анюйской сутуры и ее обрамления по [4]. 1 – палеозой-мезозойские вулканогенно-осадочные отложения Алазейско-Олойской складчатой системы; 2 – габбро-перидотиты; 3–4 – Южно-Анюйская сutura: 3 – осадочные, вулканогенно-осадочные комплексы, палеозой-мезозой; 4 – вулканогенно-осадочные породы, оксфорд-кимеридж (Кульпольнейский комплекс); 5 – триасовые турбидиты пассивной окраины Чукотского микроконтинента, входят в состав Анюйско-Чукотской складчатой системы; 6–7 – апт-раннемеловые пост-коллизийные впадины: 6 – Нутесынская впадина; 7 – другие впадины; 8 – район работ.

Верхняя часть аллохтона является антиформой, в ядре которой обнажаются поздне триасовые вулканогенно-терригенные породы, а на крыльях залегают терригенно-вулканогенные юрские толщи. Возрасты всех комплексов верхней части аллохтона определены биостратиграфическим методом. В работе [1] отмечается сходство данного комплекса пород с островодужными разрезами Яракваамского террейна. Такое мнение было впервые высказано по результатам сопоставления геологических данных, полученных в ходе геологической съёмки [2].

Данные выводы, сделанные авторами, основываются исключительно на предполагаемом сходстве геологических разрезов. Дополнительная информация, как-либо оценивающая объективность таких заключений, отсутствует.

В 2019 году были проведены полевые работы в районе Пеньвельвеевского поднятия, с опробованием всех пород Пеньвельвеевского аллохтона. В данной работе приводятся вещественные характеристики позднеюрских вулканогенно-осадочных пород из верхней части аллохтона и комплекса позднепалеозойских габбро и плагиогранитов из нижней части аллохтона. Были изучены (XRF, ICP-MS) состав пород для выявления их особенностей и определения геодинамической природы комплексов, а также сопоставления данных с информацией о предполагаемых корневых структурах этих толщ.

Комплекс габбро и плагиогранитов. Из данного комплекса отобрано два образца. На классификационной диаграмме TAS (рис. 2) точки составов локализуются в области монцодиоритов и граносиенитов.

Монцодиориту присуще высокое обогащение титаном и глинозёмом ($TiO_2 = 2.1$ мас. %, $Al_2O_3 = 15.37$ мас. %), умеренные величины концентраций остальных главных петрогенных элементов ($MgO = 3.79$ мас. %, $CaO = 5.68$, $FeO^* = 9.18$, $Mg\# = 42.42$).

В породе отмечается умеренное обогащение редкоземельными элементами (REE) с преобладанием легких редкоземельных элементов (LREE) над средними (MREE) и тяжёлыми (HREE) ($La_n/Sm_n = 1.38$, $La_n/Yb_n = 4.25$).

На мультиэлементных спектрах, нормированных на примитивную мантию [10], наблюдается обогащение крупноионными литофильными (LILE) и высокозарядными элементами (HFSE), выделяются минимумы Ta-Nb и Zr-Hf.

В составе главных петрогенных элементов граносиенита отмечаются низкое содержание титана ($TiO_2 = 0.34$ мас. %), высокие значения концентрации глинозёма и величины магнезиальности ($Al_2O_3 = 17.8$ мас. %, $Mg\# = 61.21$), умеренные концентрации остальных петрогенных элементов. Такие особенности распределения главных элементов указывают на принадлежность породы к гранитодам М-типа.

Гранитоиду свойственно низкое содержание REE ($La_n + Sm_n + Yb_n = 37.12$), преобладание LREE над MREE ($La_n/Sm_n = 1.84$) и высокое отношение LREE к HREE ($La_n/Yb_n = 4.74$). Спектры REE имеют положительным наклоном.

Мультиэлементный спектр обладает глубоким минимумом Ta-Nb и La-Ce, высокий пиком Pb и менее выделяющимися пиками Zr и Hf. Положительный наклон спектра может свидетельствовать о существенной роли корового материала в формировании конечного расплава.

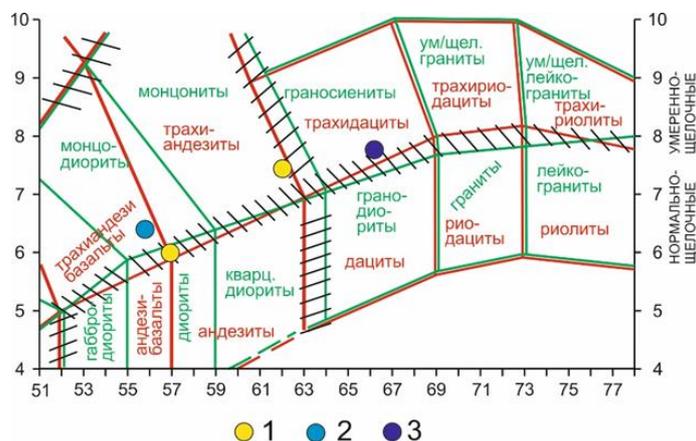


Рисунок 2. Классификационная диаграмма TAS [7] для кислых и средних пород нормально- и умеренно-щелочного рядов. Зелёными линиями показаны границы полей интрузивных пород, красными – эффузивных. Штриховкой показаны «зоны неопределённости» между группами пород. 1 – андезиты туфотерригенного комплекса, 2 – монцодиорит, 3 – граносиенит.

Вулканоогенно-осадочный комплекс. Сложен алевролитами и аргиллитами, реже песчаниками. Вулканоогенные породы были изучены делювиальных развалах, предположительно представляют вулканические покровы.

По вулканическим породам из этого комплекса были получены вещественные данные по двум образцам вулканитов. На диаграмме TAS (рис. 2) точки составов пород

обнаруживают себя в области трахиандезитов, а на диаграмме $K_2O - SiO_2$ в поле пород известково-щелочной серии. В содержании петрогенных элементов отмечается низкое и умеренное содержание титана ($TiO_2 = 0.72-1.61$), умеренные значения магнезиальности и концентраций кальция ($Mg\# = 40.40-52.16$, $CaO = 3.55 - 4.79$ мас. %), высокая глинозёмистость ($Al_2O_3 = 18.24 - 18.77$ мас. %).

Для образцов характерно пониженное обогащение REE ($La_n + Sm_n + Yb_n = 92.54 - 97.59$) с высокими отношениями LREE к MREE ($La_n/Sm_n = 1.83 - 3.42$) и очень высокими к HREE ($La_n/Yb_n = 4.51 - 17.57$). Также наблюдается умеренное фракционирование HREE ($Gd_n/Yb_n = 1.92 - 2.82$)

Среди особенностей распределения рассеянных элементов выделяется обогащение LILE, пики Pb и Sr и заметные минимумы Ta и Nb. Спектр имеет положительный наклон.

Также с целью характеристики особенностей вещественного состава пород был использован ряд дискриминантных диаграмм. Во всех породах отмечается пониженное содержание тантала при равнозначных содержаниях гафния и тория, что выражается в локализации фигуративных точек пород на диаграмме $Hf/3 - Th - Ta$ (рис. 3а) в области островных дуг.

Для изученных андезитов отмечается высокое La/Yb отношение при низком значении Sc/Ni , а для монцедиорита умеренные величины этих параметров. Это обуславливает положение точек на диаграмме $La/Yb - Sc/Ni$ (рис. 3б) в области активных окраин для андезитов и океанических островных дуг для монцедиорита.

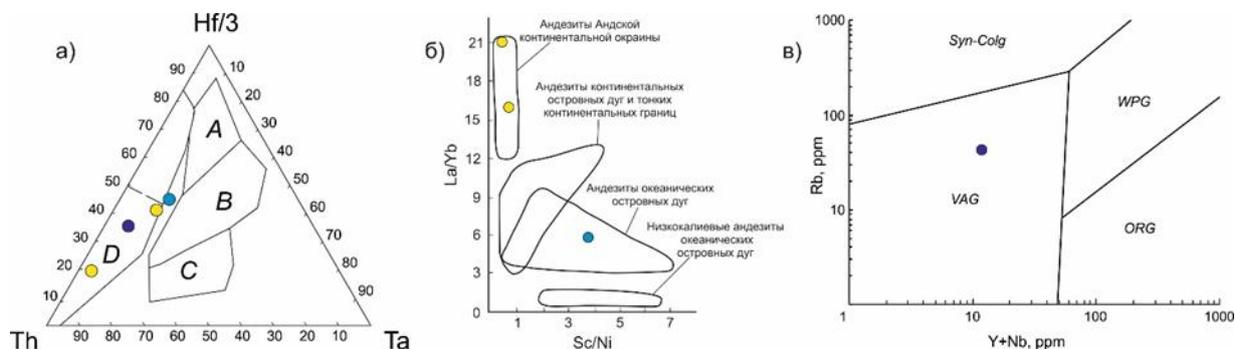


Рисунок 3. Дискриминантные диаграммы $Hf/3-Th-Ta$ для магматических пород [11] (а), $La/Yb - Sc/Ni$ [8] для пород среднего состава (б) и диаграмма $Rb - Y+Nb$ [9] для граносиенита. Поля на рис. 3а: А - N-тип MORB, В - E-тип MORB и внутриплитные толеиты, С – внутриплитные щелочные базальты, D – базальты вулканических дуг; пунктирная линия разделяет в поле D толеиты островных дуг и известково-щелочные базальты, 3в: VAG – граниты вулканических дуг, WPG – внутриплитные граниты, ORG – граниты океанических хребтов, Syn-Colg – коллизионные граниты. Остальные условные – на рис. 2.

Для граносиенита характерно умеренное содержания рубидия, иттрия и ниобия, что наблюдается на диаграмме $Rb - Y+Nb$ (рис. 3в), где точка состава породы локализуется в поле гранитоидов островных дуг.

Выводы

В результате анализа впервые полученных современных вещественных данных, следует заключить, что формирование андезитов из вулканогенно-осадочного комплекса происходило в надсубдукционной вулканической системе, заложенной на мощной континентальной коре. По

составу породы отличаются от вулканитов Кульпольнейского комплекса, являющихся часть ЮАС [3, 4]. Полученные данные указывают на сходство геодинамических обстановок формирования пород с комплексами Яракваамского островодужного террейна. Породы из комплекса габбро и плагиогранитов также демонстрируют надсубдукционные обстановки формирования, что согласуется с версией об их родстве с Громаднинско-Вургувеемским массивом, для которых также установлен надсубдукционный характер [5]. Полученные данные не противоречат модели [1] и свидетельствуют об аллохтонном характере Пенъельвеемских комплексов, для которых корневые структуры были расположены пределах комплексов Олойской складчатой зоны.

Библиография

1. Бондаренко Г. Е. Тектоника и геодинамическая эволюция мезозоид северного обрамления Тихого океана. Автореф. дис. ... докт. геол.-мин. наук. М.: МГУ, 2004. 46 с;
2. Дегтярёв В. С. Объяснительная записка лист Q-59-VII-VIII, серия Анюйско-Чаунская, ВСЕГЕИ М., 1981.
3. Маскаев М. В., Моисеев А. В., Ульянов Д. К. Геохимические особенности и геодинамические обстановки формирования позднеюрских (?) вулканитов северной части Южно-Анюйской сутуры (центральная Чукотка). Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента: материалы 29-й научной конференции. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2020. 148 с.
4. Моисеев А. В., Маскаев М. В., Ульянов Д. К., Соколов С. Д., Беляцкий Б. В.; Кульпольнейский вулканический комплекс Южно-Анюйской сутуры (западная Чукотка): состав, возраст и палеотектонические интерпретации; Доклады Российской академии наук, Науки о Земле, М., 2021, том 499, № 1, с. 42–48;
5. Соколов С. Д., Тучкова М. И., Леднева Г. В., Лучицкая М. В., Ганелин А. В., Ватрушкина Е. В., Моисеев А. В. Тектоническая позиция Южно-Анюйской сутуры, Геотектоника, 2021, №5, с. 51-72;
6. Соколов С. Д., Тучкова М. И., Ганелин А. В., Бондаренко Г. Е., Лейер П. Тектоника Южно-Анюйской сутуры (северо-восток Азии), Геотектоника, 2015, №1, с. 5-30;
7. Шарпенюк Л. Н., Костин А. Е., Кухаренко Е. А. TAS-диаграмма сумма щелочей – кремнезем для химической классификации и диагностики плутонических пород, Региональная геология и металлогения, №56, 2013;
8. Bailey J. C, Geochemical criteria for a refined tectonic discrimination of orogenic andesites. // Chem. Geol. 1981. V. 32. P. 139 – 154;
9. Pearce J. A., Harris N. B. W., Tindle A. G. Trace element discrimination; diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks // J. Petrol. 1984. V. 25. P. 956—983.
10. Sun S.S., McDonough W. F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes // Geol. Soc. London. Spec. Publ. 1989. Vol. 42. P.313–345;
11. Wood D. A. The application of a Th – Hf – Ta diagram to problems of tectonomagmatic classification and to establishing the nature of crustal contaminations of basaltic lavas of the British Tertiary volcanic province // Earth Planet. Sci. Lett. 1980. V. 50. P. 11-30;

Геодинамика на рубеже архея и протерозоя на юго-востоке Фенноскандинавского щита

Межеловская С.В. *(Геологический институт РАН, (mezhelsofy@gmail.com),
Межеловский А.Д. (Российский государственный геологоразведочный университет
им. Серго Орджоникидзе, (geoson@yandex.ru)

Аннотация

В начале раннего протерозоя на юго-востоке Фенноскандинавского щита, на окраине Карельского кратона начала формироваться структура Ветреный пояс. В результате проведенных исследований сформировавшегося осадочно-вулканогенного комплекса было установлено, что структура заложилась на коре континентального типа, магматизм носил внутриплитный характер, а формирование осадочных комплексов происходило в мелководной и прибрежно-морской обстановке. Реконструкция источников сноса при формировании кластики позволила установить непрерывное участие пород верхней коры в процессе седиментации. Геологические, структурно-морфологические, петрографо-геохимические и изотопно-геохронологические данные указывают на рифтогенные обстановки формирования структуры.

Ключевые слова

Осадочно-вулканогенный комплекс, палеопротерозой, континентальная кора, геодинамика, восток Фенноскандии.

Теория

Раннепротерозойская структура Ветреный пояс, расположенная на юго-востоке Карельского кратона, является пограничной (рис.1.) между Беломорским подвижным поясом и Карельской гранит зеленокаменной областью. Пояс образован чередованием осадочных и вулканогенных толщ, погружающихся под углами 20-40° в северо-восточном направлении. Протяженность его в пределах Фенноскандинавского щита составляет 250 км при ширине от 15 до 85 км.

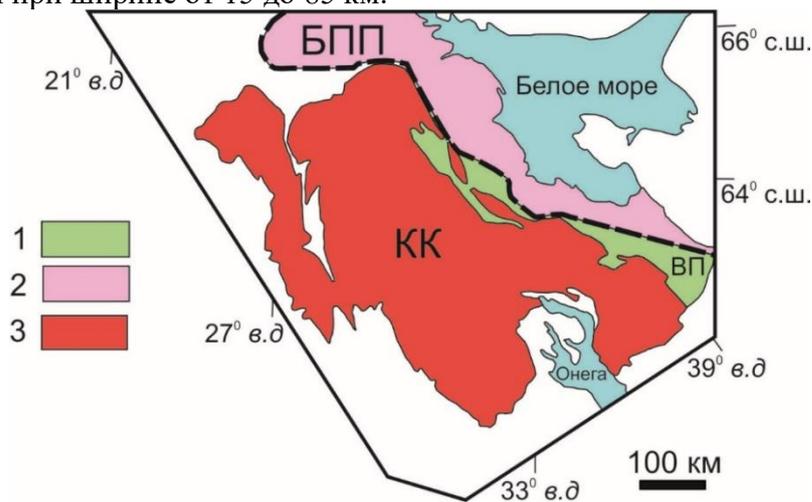


Рисунок 1. Упрощенная схема юго-востока Фенноскандинавского щита (Слабунов А.И., 2008) [3]. 1 - палеопротерозойские образования; 2,3- архейские образования Беломорского пояса(2), Карельского кратона (3); КК-Карельский кратон; ВП-Ветреный пояс; БПП-Беломорский подвижный пояс.

В основании разреза, на размытой поверхности архейских плагиогранитоидов с базальными конгломератами в основании залегает токшинская свита. Основу разреза составляют светло-серые рассланцованные кварциты. Основными минералами является кварц до 98%, в подчиненном количестве находятся - мусковит, серицит, эпидот и фуксит. Согласно данным предшественников в породах наблюдаются косослоистые серии под углами до 60° и знаки ряби. Мощность свиты достигает 1500м.

Выше залегает вулканогенная кирпичная свита, граница с подстилающими образованиями проводится по появлению в разрезе первого горизонта лав андезибазальтового состава. В строении лавовых потоков встречаются миндалекаменные метабазалты, лавобрекчии, агломераты и туфы, иногда наблюдаются прослой метатуфоконгломератов свидетельствующие о периодических эвстатических колебаниях. Петрографически основная масса представлена новообразованными низкотемпературными амфиболами и измененными полевыми шпатами. Породы свиты слагают как обширные лавовые поля на северо-западе, так и формируют отдельные вулcano-тектонической структуры центрального типа. Мощность свиты 700-1100м.

Породы калгачинской свиты представлены метаконгломератами, в составе обломков резко преобладают гранитоиды, цемент кварцево-слюдистый с хлоритом. Форма и размер галек меняется по разрезу: так внизу обломки имеют уплощенную продолговатую форму (соотношение длины и ширины от 2 до 5) размер (2-3см), вверх по разрезу размер увеличивается до 7-10см а форма приближается к сферической (соотношение длины к ширине от 1,5 до 2). Такое обстоятельство может указывать на смену обстановки седиментации с континентальной (русловой) на прибрежно-морскую. Установленная мощность свиты не менее 100м.

Выше залегает коозерская свита обладающая пестрым составом. Базальные пачки сложены чередованием метапесчаников и метатуффитов. Для средней части разреза типично переслаивание карбонатов, туффитов с потоками метатрахибазальтов. В верхах разреза наблюдаются светлые и темные слоистые доломиты и полимиктовые кварцитопесчаники. По зеленым сланцам развита биотитизация, в карбонатах присутствует терригенная примесь кварца и полевых шпатов. В полимиктовых кварцитопесчаниках развиты кварц, полевые шпаты, серицит, микроклин и эпидот. Мощность свиты колеблется от 400 до 600м.

Виленгская свита сложена темно-серыми метапесчаниками и металевролитами. Темный цвет пород в ряде случаев обусловлен присутствием углеродистого вещества. В верхней части разреза появляются олигомиктовые кварцитопесчаники. Основными минералами аркозовой составляющей являются кварц и серицит, а в темных разностях достоверно диагностируются кварц, слюды и пироксен. Мощность 1200-1500м.

Завершает разрез одноименная свита ветреного пояса, сложенная многочисленными потоками коматиитовых базальтов и метатуффов. Потоки часто дифференцированы и подразделяются на кумулятивные зоны, а также зоны с микроструктурой спинифекс оливинового или пироксенового типов. В наиболее мощных потоках центральная часть представлена полнокристаллическими долеритами состоящими из моноклинного пироксена, плагиоклаза и небольшого количества оливина. В обнажениях часто наблюдаются миндалекаменные базальты, лавобрекчии и подушечные лавы. Мощность свиты по геофизическим данным достигает 4000м.

Авторами был применен комплексный подход к изучению осадочно-вулканогенного комплекса Ветреного пояса, который включал геологическое картирование опорных объектов по всему разрезу, отбор образцов и проб, проведение петрографо-геохимических, изотопно-геохронологических исследований с дальнейшей геологической интерпретацией полученных данных с целью уточнения геодинамической природы Ветреного пояса.

На петрохимических диаграммах состав псамитовых разновидностей меняется снизу вверх по разрезу от кварцевых аренитов, аркозов и лититов до глинистых и железистых сланцев. На диаграмме $(Al_2O_3-(CaO+Na_2O)-K_2O)$ отчетливо выражается тренд выветривания базальтов и диоритов. На графике CIA/ICV степень изменения пород уменьшается к верхам разреза. Все вышесказанное указывает на постепенное уменьшение степени зрелости кластики и спокойные гидродинамические преимущественно мелководные обстановки накопления, на что также указывают отношения железа к марганцу характеризующие мелководные и прибрежно-морские обстановки седиментации Fe/Mn 50-130. На графиках ТМ-ЖМ и ГМ-НКМ наблюдается положительная корреляция в породах виленгской свиты, что может указывать на ее происхождение из петрогенных пород, в то время как токшинская возможно является продуктом многократного переотложения, что подтверждается диаграммами $(Na_2O-CaO-K_2O)$ и $Zr/Sc-Th/Sc$. Реконструкция состава питающих провинций для псамитовых пород показала: что базальные горизонты формировались за счет перемыва ранее сформированных осадков с высоким содержанием кремнезема и кислых пород, позже область размыва сменилась на провинцию кислого состава, а в верхах разреза существенный вклад стали вносить продукты разрушения пород среднего и основного состава. Для грубообломочных пород калгачинской свиты точки составов выделенных галек отвечают гранитам, гранодиоритам, тоналитам и диоритам, аналогичный состав имеют гранитоиды Шилосского массива, расположенного по соседству в Каменноозерской структуре. Подавляющее большинство цирконов из выделенных из галек метаконгломератов укладывается в возрастной интервал 2840-2885 млн лет, возраст гранитоидов Шилосского массива по [2] оценивается в 2853 млн лет, что достаточно близко. Реконструкция геодинамической природы питающих провинций для метаосадков характеризует их формирование за счет разрушения комплексов активных и пассивных континентальных окраин, а также внутриконтинентальных образований. Торий урановые отношения для всех свит превышают 3,8 что указывает на образование метаосадков за счет разрушения продуктов верхней континентальной коры. Повышенные содержания Cr, Ni, Co, V в породах виленгской свиты указывают на участие в процессе формирования осадков материала основного состава.

На гистограммах распределения возрастов детритовых цирконов с графиками плотности вероятности наблюдаются палео- мезо- и неогархейские пики 2,7- 2,8- 2,9 млрд лет, которые отвечают времени становления основных структурно-вещественных комплексов Карельской гранит-зеленокаменной области [1]. Самые древние зерна имеют возраст 3,1-3,3 млрд лет, а самые молодые в кохозерской и виленгской свите 2464-2494 млн лет и фиксируют нижний предел осадконакопления. На основе комплексного изучения циркона были реконструированы возможные источники сноса при формировании метаосадков Ветреного Пояса ими были различные вещественные комплексы Сумозерско-Кенозерского пояса, гранитоиды Шилосского типа, ТТГ комплексы Водлозерского блока и поздние гранитоиды Каменноозерской структуры.

Геохимические характеристики вулканитов киричской свиты указывают на принадлежность пород к базальтам и андезибазальтам. Породы высокомагнезиальные, низко- и умереннокалиевые, умереннотитанистые, умеренно- и высокожелезистые. Анализ распределения редких элементов, нормированных на примитивную мантию, показал повышенные содержания некогерентных элементов: крупноионных литофилов (Cs, Rb, Ba), Th и U. Отмечаются отрицательные аномалии Nb. Кривая распределения РЗЭ, нормированных к хондриту, характеризуется плавным понижением от легких элементов к тяжелым $(La/Yb)_N$ — 1.70-6.31. Такая форма кривой распределения характерна для континентальнорифтовых условий и процессов контаминации.

Вулканиты свиты ветреный пояс представлены высокомагнезиальными и коматиитовыми базальтами со структурой спинифекс. По содержанию SiO_2 породы в основном отвечают пикробазальтам и базальтам. Вулканиты относятся к низко- и умереннотитанистым, низко- и умереннокалиевым, умеренножелезистым, высоко- и ультрамагнезиальным. Аномально высокие содержания MgO при умеренном (от 0,2 до 1 %) TiO_2 характерны для коматиитовой серии. На диаграмме Ti/Y-Zr-Y точки составов попадают в поле внутриплитных базальтов. На диаграмме распределения мультиэлементных спектров проявлены минимумы Nb и P на фоне положительного максимума Pb могут свидетельствовать о контаминации мантийного коматиитового расплава коровым веществом. Распределение РЗЭ, нормированных к хондриту, характеризуется плавным понижением от легких элементов к тяжелым $(La/Yb)_N$ - 2.62–4.95, свидетельствуя о континентальных условиях вулканизма. Данное обстоятельство также подтверждается отрицательными значениями $\epsilon Nd(T)$ -1.12 - -0.57, изотопный Re-Os возраст составил 2407 ± 6 млн лет [4].

Выводы

Таким образом Ветреный пояс заложился на коре континентального типа. Формирование метаосадков происходило в мелководных и прибрежно-морских условиях в спокойной обстановке. Основными источниками для метаосадков послужили различные комплексы Карельской гранит зеленокаменной области, а нижний предел осадконакопления относится к сумийскому времени. Вулканогенные этапы в развитие Ветреного пояса также происходили в континентальных условиях, на что указывают отрицательные значения $\epsilon Nd(T)$ за счет контаминации ТТГ комплексами Водлозерского блока. Вышеуказанные особенности характерны для рифтогенных обстановок.

Библиография

1. Куликов В.С., Светов С.А., Слабунов А.И. и др. Геологическая карта юго-восточной Фенноскандии масштаба 1:750 000: новые подходы к составлению // Тр. КарНЦ РАН. Серия Геология докембрия. 2017. No 2. С. 3–41.
2. Мыскова Т.А., Житникова И.А., Львов П.А. Позднеархейский среднекислый магматизм Южно-Выгозерской и Каменноозерской зеленокаменных структур Центральной Карелии // Стратиграфия. Геол. корр. 2015. Т. 23. № 4. С. 3-27.
3. Слабунов А.И. Геология и геодинамика архейских подвижных поясов (на примере Беломорской провинции Фенноскандинавского щита). Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2008. 298 с.
4. Puchtel I.S., Touboul M., Blichert-Toft J., Walker R.J., Brandon A.D., Nicklas R.W., Kulikov V.S., Samsonov A.V. Lithophile and siderophile element systematics of Earth's mantle

at the Archean–Proterozoic boundary: Evidence from 2.4 Ga komatiites. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 180 (May 2016): 227–255.

***Построение геодинамических моделей формирования напряжённого состояния
Земной коры Кавказского и Центральноазиатских орогенов
Мяжков Д.С.* (ИФЗ РАН, dsm@ifz.ru),***

Аннотация

В работе представлена серия геодинамических численных моделей формирования напряжённо-деформированного состояния литосферы. Исследуется вопрос об геодинамических источниках деформации и формирования напряжённо-деформированного состояния литосферы Кавказского орогена, а также внутриконтинентальных орогенов Центральной Азии (Тянь-Шань, Алтай-Саяны). Целью исследования является не точное воспроизведение структуры орогена из некоторой начальной модели, а, в большей степени, исследование поля напряжений в литосфере орогенов и соотнесение с тектонофизическими данными об их напряжённом состоянии.

Исследование ведётся методами математического (аналитического и численного) моделирования. В его рамках создана серия 2D аналитических и цифровых численных геодинамических моделей литосферы изучаемых орогенов. Решается обратная задача геодинамики – математические модели через краевые условия нагружаются различными способами, соответствующими воздействию разных геодинамических факторов, таких как мелкомасштабная астеносферная конвекция, давление со стороны соседних литосферных плит или экзогенные факторы. Результаты моделирования (режим деформации и напряжённое состояние моделей) сравниваются с тектонофизическими данными о напряжённом состоянии литосферы орогенов и смежных структур. Выполненная работа позволяет верифицировать с позиции тектонофизики возможность и вклады рассматриваемых в современной геодинамике процессов в формирование орогенов Кавказа и Центральной Азии.

Ключевые слова

Численное моделирование, геодинамика, Кавказ, напряжённое состояние

Теория

Проблема поиска геодинамического процесса, ответственного за формирование таких структур, как орогены, крайне важен для создания математических моделей в приложении к проблемам тектонофизики, т.к. позволяет более точно понимать происхождение современного напряжённого состояния подобных структур. Рассматриваемые в данной работе орогены (Кавказ, Алтай, Тянь-Шань) являются сейсмически активными, что, с одной стороны даёт материал для тектонофизических реконструкций напряжённого состояния, с другой стороны делает весьма важным наличие корректных математических моделей формирования современного напряжённого состояния этих структур. В данной работе представлена серия 2D математических моделей (аналитических и численных), которые были созданы для определения соответствия напряжённого состояния, вызываемого действием каждого рассматриваемого геодинамического фактора (мелкомасштабная астеносферная конвекция, горизонтальное давление со стороны соседних блоков Земной коры, влияние

эрозии и осадконакопления) реальным природным данным о современном напряжённом состоянии изучаемых орогенов. Информация о результатах тектонофизических реконструкций представлена в работах [Ребецкий, 2015, Ребецкий, Алексеев, 2014]. Кратко отметим, что для Тянь-Шаня и Алтае-Саян характерно преобладание обстановки горизонтального сжатия в области хребтов и горизонтального растяжения в области впадин, а для Кавказа горизонтального сжатия в области Большого Кавказа, горизонтального сжатия и сдвига в области Малого Кавказа и горизонтального растяжения в Куринской впадине.

Для Кавказского региона моделирование проводилось по численной методике, разработанной Уилкинсом для исследования упругопластических тел [Уилкинс, 1972] и усовершенствованной Ю.П. Стефановым [Стефанов, 2005] для применения в геомеханике. Особенности данного подхода следующие: применяется явная конечно-разностная схема, причём уравнения движения записываются именно в динамической форме с сохранением инерционного члена как для реальных динамических задач. Каждое воздействие на систему рассматривается в качестве переходного процесса, для которого вводится эффективное «искусственное» время, обычно пропорциональное времени пробега p -волны через всю модель. В алгоритм вводятся искусственные вязкости, которые подбираются индивидуально для каждой задачи таким образом, чтобы по истечению эффективного промежутка времени упругие волны, вызванные воздействием, затухли. Таким образом моделируются квазистатические процессы. Более подробно методика моделирования и процесс создания цифровой сейсмо-плотностной и геомеханической модели по данной методике описан в работе [Ребецкий и др., 2018].

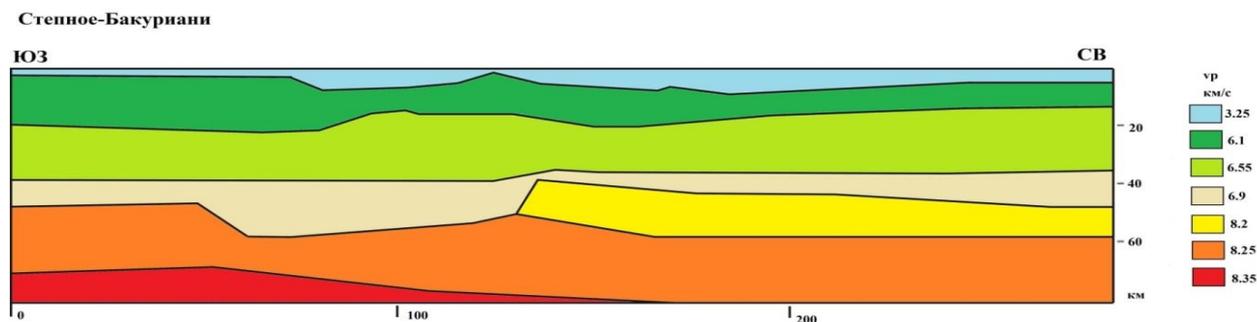
Для Алтае-Саян использовался метод аналитического моделирования. Результаты моделирования и особенности решения обратной задачи геодинамики в аналитической постановке описаны в работах [Мягков, Ребецкий 2016, 2019]. В них, а также и других работах Ю.Л. Ребецкого обсуждался вопрос об активной роли экзогенных (эрозии и осадконакопления) процессов на формирование напряжённо-деформированного состояния в Земной коре и было показано, что экзогенные процессы приводят к росту собственно эндогенных напряжений и, также формируют аномальные напряжения горизонтального сжатия [Ребецкий и др., 2017].

Выводы

На основе созданных моделей была проведена серия расчётов. Для каждого профиля Кавказского региона (карта дана в работе [Павленкова, 2019]) и для модели литосферы Центральноазиатских орогенов были рассчитаны поля напряжений для каждого геодинамического фактора, рассматриваемого в данном исследовании (мелкомасштабная астеносферная конвекция, давление со стороны соседних участков литосферных плит, влияние эрозии). Каждое рассчитанное поле напряжений в рамках решения обратной задачи геодинамики сверялось с исходными тектонофизическими данными о напряжённом состоянии Земной коры изучаемых орогенов. На рис. 1 приведён пример рассчитанного поля напряжений для пересекающего Большой Кавказ профиля в виде соотношения горизонтальных и вертикальных компонент нормального напряжения. Синие тона (меньше единицы) соответствуют обстановке горизонтального сжатия. Такая обстановка наблюдается в области хребтов Большого Кавказа, но сменяется сдвиговой в юго-западной (левой) части профиля и на обстановку растяжения в северо-восточной (правой) части. Данный расчёт в достаточной степени соответствует

тектонифизическим данным. Тип нагружения, в данном случае – горизонтальное сжатие и эрозионное воздействие. Именно такой способ нагружения для Кавказского орогена был определён как наиболее соответствующий природным данным о напряжённом состоянии.

а



б

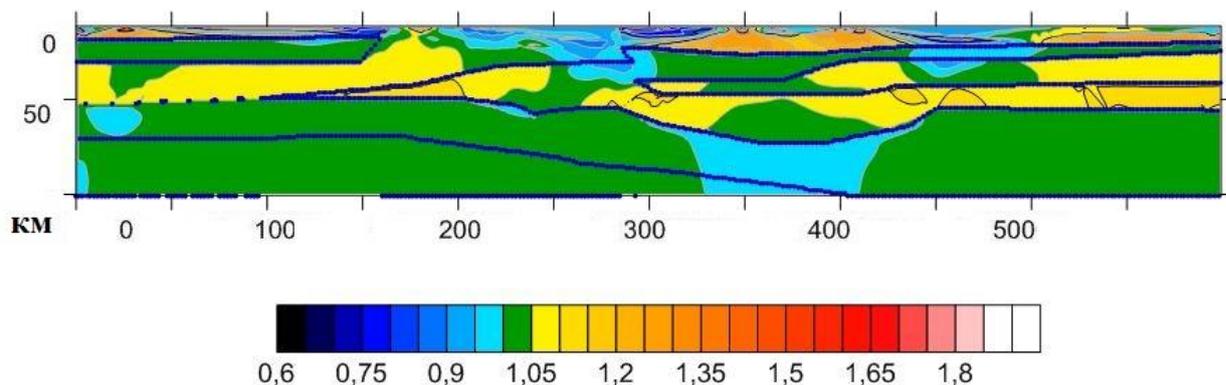


Рисунок 1. Общий вид сейсноплотностной модели (а) и рассчитанного поля напряжений для одного из профилей моделей Кавказского региона (профиль Степное-Бакуриани, расположение дано в работе [Павленкова, 2019]). На рис. а показана геометрия основных слоёв и скорости v_p волн упруго-пластической модели, построенной по данным ГСЗ, на рис. б показано соотношение горизонтальных и вертикальных нормальных напряжений в модели. Нагружение осуществлялось за счёт горизонтального сокращения и эрозионного воздействия.

Для орогенов Центральной Азии был получен иной результат, подробно описанный в работе [Мягков, Ребецкий, 2019]. Для описания природных данных, согласно которым в области хребтов доминирует обстановка горизонтального сжатия и в области впадин – горизонтальное растяжение, в большей степени подходит модель формирования напряжённого состояния за счёт воздействия мелкомасштабной термогравитационной конвекции в астеносфере. Подробно показан уровень напряжений и их структура для каждой из рассматриваемых геодинамических моделей.

Библиография

1. Николаевский В.Н. Механические свойства грунтов и теория пластичности // Механика твёрдых деформируемых тел. Т. 6. Итоги науки и техники. М.: ВИНТИ АН СССР 1972. С. 5-81.
2. Мягков Д.С., Ребецкий Ю.Л. Эволюция структуры течения и рельефа эпиплатформенных орогенов под воздействием мелкомасштабной астеносферной конвекции // Вестник КРАУНЦ. 2016. № 1. С. 257-290.
3. Мягков Д.С., Ребецкий Ю.Л. Математическая модель формирования напряжённо-деформированного состояния эпиплатформенных орогенов // Ребецкий Ю.Л. Об особенности напряженного состояния коры внутриконтинентальных орогенов // Геодинамика и тектонофизика. 2019. Т. 10, № 1. С. 21-41.
4. Ребецкий Ю.Л., Погорелов В.В., Мягков Д.С., Ермаков В.А. О генезисе напряжений в коре островной дуги по результатам численного моделирования // Вестник КРАУНЦ. 2018. № 3. С. 54-73.
5. Ребецкий Ю.Л., Сим Л.А., Козырев А.А. О возможном механизме генерации избыточного горизонтального сжатия рудных узлов Кольского полуострова (Хибины, Ловозеро, Ковдор) // Геология рудных месторождений. 2017. Т. 59. № 4. С. 263–280.
6. Ребецкий Ю.Л., Алексеев Р.С. Тектоническое поле современных напряжений Средней и Юго-Восточной Азии // Геодинамика и тектонофизика. 2014. Т. 5. Вып. 1. С. 257–290.
7. Ребецкий Ю.Л. Об особенности напряженного состояния коры внутриконтинентальных орогенов // Геодинамика и тектонофизика. 2015. Т. 6, № 4. С. 437-466.
8. Стефанов Ю.П. Некоторые особенности численного моделирования поведения упруго-хрупкопластичных материалов // Физ. мезомех. 2005. Т. 8. - № 3. С. 129-142.
9. Уилкинс М.Л. Расчёт упруго-пластических течений // Вычислительные методы в гидродинамике. 1967. М.: Мир. С. 212-263.

О возрасте проявления щелочного базальтового магматизма в пределах клина Аравийской плиты

***Парфенов А.В. * (ИГЕМ РАН, kvarcz@yandex.ru),
Лебедев В.А. (ИГЕМ РАН), Чернышев И.В. (ИГЕМ РАН), Чугаев А.В. (ИГЕМ РАН),
Vural Oyan (Van Yüzüncü Yıl University), Yavuz Özdemir (Turkey Department of
Geological Engineering), Рассохина И.В. (ИГЕМ РАН), Садасюк А.С. (ИГЕМ РАН)***

Аннотация

В рамках совместных российско-турецких работ по изучению проявлений позднекайнозойского щелочного магматизма в Аравийско-Евразийской коллизионной зоне (грант РФФИ №21-55-46006) в ИГЕМ РАН проводится изотопное К-Аг датирование базальтов, распространенных в наиболее северной части Аравийской плиты. В настоящем докладе представлены первые К-Аг датировки, полученные авторами с помощью высокочувствительной низкофоновой методики. Наличие таких высокоточных изотопных датировок позволяет лучше понять закономерности развития неоген-четвертичного магматизма в регионе, что обуславливает актуальность и высокую научную значимость настоящей работы.

Ключевые слова

Аравийская плита, щелочные базальты, геохронология, К-Аг датирование.

Источники финансирования

Работы выполнены при финансовой поддержке РФФИ (грант №21-55-46006).

Теория

Позднекайнозойский континентальный магматизм в пределах Аравийско-Евразийской коллизионной зоны проявился на обширной территории, включающей плато северной части клина Аравийской плиты на юге, Восточно-Анатолийское и Эрзурум-Карское нагорья в ее центральном секторе, а также складчатые сооружения Малого и Большого Кавказа на севере. Вулканическая активность началась здесь сразу после коллизии литосферных плит в начале-середине миоцена в южной части зоны и впоследствии постепенно мигрировала в северном направлении, достигнув максимальных масштабов в плиоцене с последующим некоторым затуханием к концу четвертичного периода. Формирование в этом регионе вулканических пород в неоген-четвертичный период связывают, главным образом, с исходными мафическими щелочными и субщелочными расплавами мантийного происхождения (Keskin и др., 2012). При этом установлено присутствие субдукционной компоненты в мантийном источнике вулканитов Восточно-Анатолийского нагорья (ЕАНР) с конца миоцена до четвертичного периода, и, напротив, ее отсутствие в мантии под Аравийской плитой (Keskin и др., 2012). Хотя в последние годы на территории ЕАНР интенсивно проводились петролого-геохимические исследования, ее южная часть (юг сутурной зоны Битлис-Загрос [BZSZ], от Газиантепа до Джизре) этими работами практически не была затронута. Однако геофизические и петрологические данные показывают, что, возможно, в позднем кайнозое здесь существовал мантийный поток от Афро-

Аравийской плиты к BZSZ и Восточно-Анатолийскому нагорью, а строение мантии и мощность литосферы в пределах коллизионной зоны весьма различны.

В настоящий момент в рамках работ по российско-турецкому гранту РФФИ № 21-55-46006 проводятся комплексные геохронологические, петролого-геохимические и изотопные исследования характеристик мантийных источников и их пространственных и временных вариаций в пределах наиболее северной части Аравийской плиты (юг зоны Битлис-Загрос, от Газиантепа до Джизре [BZSZ]) и Восточной Анатолии – двух крупнейших регионов позднекайнозойского вулканизма, проявленного в современной континентальной коллизионной зоне в различных геотектонических условиях.

В настоящем докладе обсуждаются первые К-Аг датировки, полученные авторами для базальтовых лав, распространенных в пределах самой северной части Аравийской плиты (юг BZSZ). Актуальность настоящей работы обусловлена в первую очередь отсутствием достоверных системных геохронологических данных в опубликованных источниках, что затрудняет понимание как закономерностей развития вулканизма в этом регионе, так и его места в общей эволюции внутриплитного неоген-четвертичного магматизма Аравийской плиты.

Изотопное К-Аг датирование выполнено с помощью высокочувствительной низкофоновой методики, разработанной в ИГЕМ РАН. Ее подробное описание, включающее геохимическое обоснование, характеристики применяемой аппаратуры, алгоритм проведения анализа и оценки точности результатов, приведены в статье (Чернышев и др., 2006). В качестве К-Аг геохронометра использована основная масса лав. Для определения концентрации радиогенного ^{40}Ar применена методика изотопного разбавления (трассер – моноизотоп ^{38}Ar). Содержание калия определено методом пламенной спектрофотометрии на приборе ФПА-01 с точностью 1-2% отн. (σ). При расчетах возраста использованы международные значения констант распада (Steiger, Jager, 1977).

К настоящему моменту нами продатировано 11 образцов базальтов с плато Алем-Даг и двух небольших лавовых проявлений к северу от него – Батман и Курталан (рис. 1). Изученные вулканы образовались в интервале от 5.9 до 1.3 млн лет назад. Наиболее древними из них являются базальты, слагающие лавовый поток Батман – 5.9-5.2 млн лет назад, а наиболее молодыми – лавы Курталан (1.5-1.3 млн лет назад). Лавы плато Алем-Даг формировались в течение более длительного временного отрезка (от 3.0 до 1.9 млн лет назад), в пределах которого намечается несколько дискретных фаз щелочного базальтового вулканизма. Отметим, что полученные нами датировки лав плато Алем-Даг согласуются с ранее опубликованными данными (Trifonov V.G. et al., 2011).

Выводы

Таким образом, можно сделать вывод о том, что щелочной базальтовый магматизм развивался на территории северной части клина Аравийской плиты в позднеоген-четвертичное время на протяжении длительного интервала около 4.6 млн лет в пределах нескольких дискретных фаз вулканической активности.

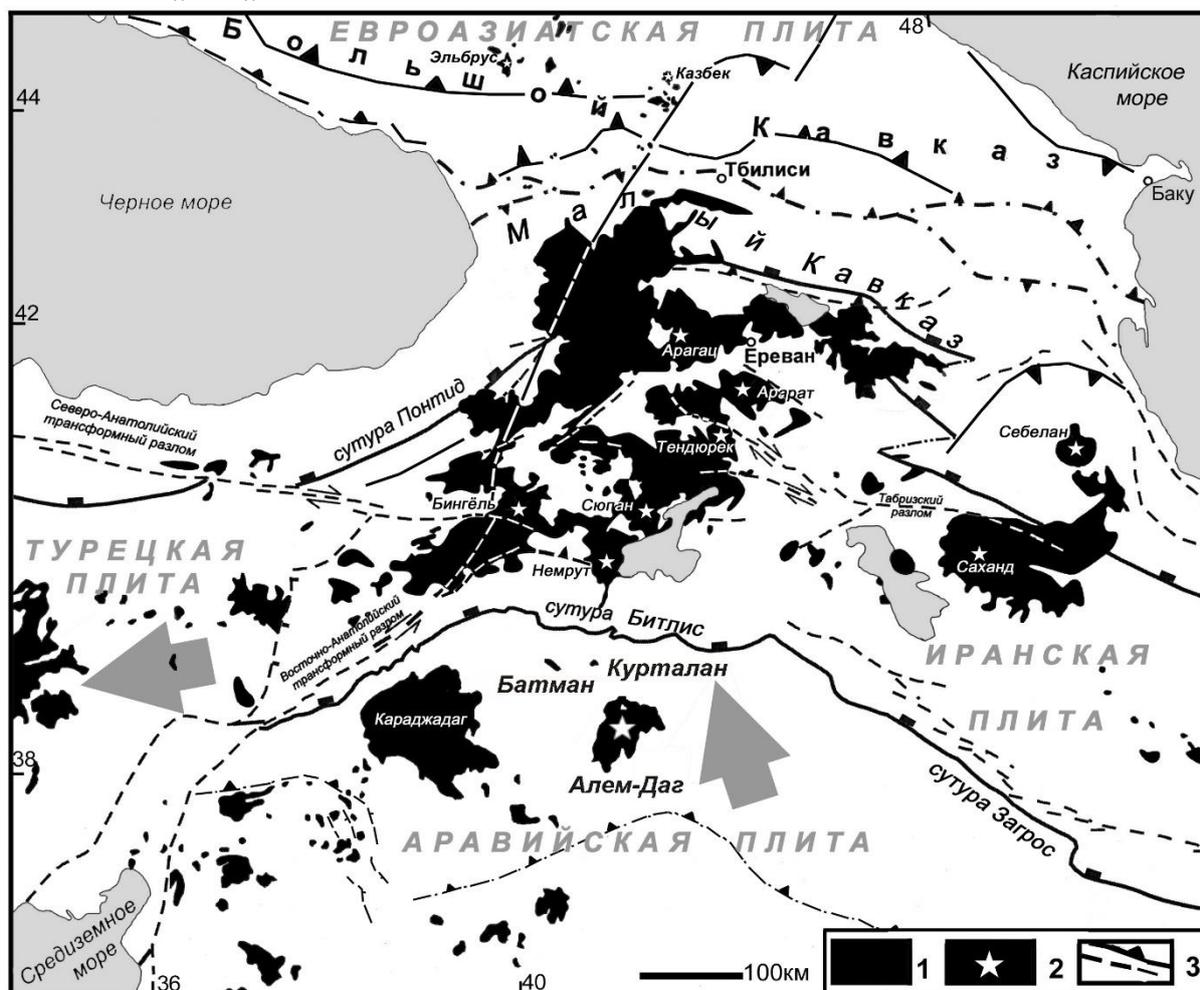


Рис. 1. Тектоническая схема Аравийско-Евразийской коллизионной зоны. 1 – неоген-четвертичные вулканиты, 2 – крупнейшие четвертичные вулканы, 3 – крупнейшие тектонические нарушения.

Библиография

1. Чернышев И.В., Лебедев В.А., Аркелянц М.М. К-Аг датирование четвертичных вулканитов: методология и интерпретация результатов // Петрология. 2006. Т. 14. № 1. С. 69–89.
2. Keskin M., Чугаев А.В., Лебедев В.А. и др. Геохронология и природа мантийных источников позднекайнозойского внутриплитного магматизма фронтальной части Аравийской плиты (неовулканическая область Караджадаг, Турция). Сообщение 2. Результаты геохимических и изотопных (Sr-Nd-Pb) исследований // Вулканология и сейсмология. 2012. № 6. С. 43–70.
3. Steiger R.H., Jager E. Subcommission on geochronology: convention on the use of decay constants in geo- and cosmochronology // Earth Planet. Sci. Lett. 1977. № 36. P. 359–362.
4. Trifonov V.G., Dodonov A.E., Sharkov E.V. et al. New data on the Late Cenozoic basaltic volcanism in Syria, applied to its origin // J. Volcanol. Geotherm Res. 2011. V. 199. P. 177-192.

Геодинамические условия формирования залежи углеводородов и выявления сейсмичности территории, на примере Западной Сибири

Самусев Д.Д. *(ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», danill.samusev@yandex.ru),

Харченко В.М.(ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», kharchenko.1948@list.ru)

Аннотация

В работе излагаются теоретические основы, создана методика и технология использования разномасштабных космических снимков, топографических карт, на которых выделяются линеаменты и структуры центрального типа (СЦТ) (Рисунок 1). СЦТ интерпретируются с выделением геодинамических центров, зон сжатия и растяжения (разряжения), участки их интерференции (наложения), узловые точки или зоны субвертикальной деструкции, последние из которых, совпадающие с геодинамическим центрами.

Новая методика позволила выявить наиболее перспективные места, на предмет наличия нефти и газа, а также прогноз катастрофических землетрясений на наиболее значимых территориях России.

Ключевые слова

Линеаменты, структуры центрального типа, землетрясение, дешифрирование.

Теория

Методы научных исследований подразделяются на: традиционные; системно-аэрокосмические (дистанционные); метод групповой геологической съемки и комплексирование геофизических и геохимических методов; нетрадиционные – метод рудонефтегазогеологического и сейсмического районирования на основе на базе интерпретации СЦТ; структурно-метрический метод (на базе природы СЦТ) и метод ландшафтно-геоэкологологического картирования.

Теоретической основой научных исследований являются:

- 1) ротационная концепция тектогенеза;
- 2) флюидодинамическая модель месторождений нефти и газа (модель дерева) Б.А. Соколова;
- 3) геосолитонная теория Р.М. Бембеля;
- 4) концепция природы структур центрального типа (СЦТ) В.М. Харченко

Было произведено нефтегазогеологическое районирование с выделением конкретных нефтегазоносных районов и наиболее перспективные узловые точки и геосолитоны, которые на известном Чапальском месторождении практически совпадают с кустами, где имеют место быть эксплуатационные скважины с дебитами более 1 тыс. м³/сутки.

Западно-Салымское месторождение в административном отношении расположено в Нефтеюганском районе Ханты-Мансийского Автономного Округа Тюменской области. Недропользователем и оператором работ по месторождению является НК Салым Петролеум.

По аналогии с Чапальским месторождением мы выявили перспективные зоны для доразведки и поисков новых месторождений нефти и газа в Западной Сибири.

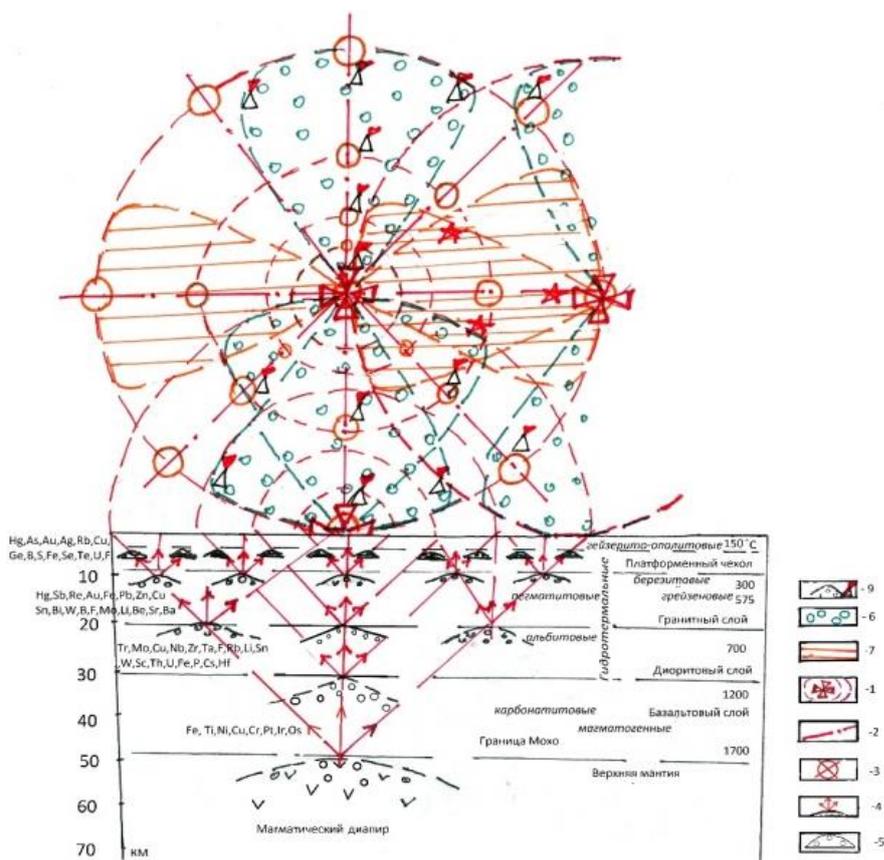


Рисунок 1. Концептуальная модель формирования рудных и УВ залежей (в плане и разрезе).

Выводы

При реализации намеченного объема работ можно с достаточной долей уверенности предположить, что доразведка Западно-Салымского месторождения будет эффективным вложением средств, обеспечивающим значительные технологические показатели при высоких значениях коэффициента извлечения нефти.

Библиография

1. Бембель Р.М. «Геосолитонная концепция месторождений углеводородов в районе Среднего Прогиба»: Вестник недропользования Ханты-Мансийского автономного округа – 2008 г.
2. Харченко В.М. «Структуры центрального типа, их связь с месторождениями полезных ископаемых (на примере объектов Предкавказья и сопредельных территорий)» Диссертация на соискания ученой степени доктора геолого-минералогических наук. Ставрополь, 2012 – 430 с.

3. Самусев Д.Д., Ковалев О.А., Секацкая В.И., Харченко В.М. Структуры центрального типа-основы для сейсмического и рудонефтегазоносного районирования. Отв.ред. Гридин В.А.-Ставрополь, 2019. -204 с.
4. Соколов, Б.А. Новые идеи в геологии нефти и газа: избранные труды [Текст] / Б.А. Соколов. – М.: МГУ, 2001. - 480 с.
5. Харченко В.М. Голованов К.С., Тыщенко Е.В. Ландшафтно-геоэкологическая съемка как основной метод поисков месторождений полезных ископаемых, оценки и прогноза экологической ситуации и сейсмичности территорий (на примере Бештаугорской площади КМВ)
6. Харченко В.М. Новейшая технология оперативных поисков, разведки и разработки месторождений нефти и газа (научная статья) (тезисы доклада научной конференции) / Актуальные проблемы нефтегазовой отрасли Северо-Кавказского федерального округа: материалы V-й ежегодной научно-практической конференции Северо-Кавказского федерального университета «Университетская наука – региону». – Ставрополь: ООО ИД «ТЭСЭРА», 2017. – 256 с.

Потенциальные возможности хранения водород-метановых смесей в существующей системе подземного хранения газа

Сафарова Е.А. * (ИПНГ РАН, safarovaelisaveta@gmail.com), Филиппова Д.С. (ИПНГ РАН, filippovads@ipng.ru), Столяров В.Е. (ИПНГ РАН, bes60@rambler.ru)

Аннотация

В настоящее время становится всё более актуальной тематика исследования потенциальности использования существующей системы подземного хранения газа для обеспечения поставок водорода и водород-метановых смесей (ВМС).

Транспортировка водорода и ВМС по магистральным газопроводам, а также их накопление и хранение в существующих подземных хранилищах газа является предпосылкой для разработки «углеродно-нейтральной» стратегии страны по развитию отечественного производства, потребления и организации экспортных поставок сырья в страны Европы.

В рамках данного исследования рассмотрен ряд подземных хранилищ газа (ПХГ) в центральной части России, расположенных в водоносных пластах. Произведена сравнительная оценка наличия рисков факторов различного генезиса. Результаты работ направлены на компиляцию и ранжирование возможных природных рисков по степени их влияния на пласт и инфраструктуру.

Ключевые слова

ПХГ, водород-метановые смеси, риски, хранение

Источники финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме: «Научное обоснование влияния гидрохимических и микробиологических процессов на развитие коррозионных явлений при сонахождении водорода и метана в широком диапазоне концентраций в геологических объектах различного типа».

Теория

В последние годы в странах Европы реализуются мероприятия по декарбонизации энергетических систем, проводимые после вступления в силу Парижского соглашения по климату в 2016 г. В рамках принятой Энергетической стратегии РФ на период до 2035 г. активно рассматривается вопрос создания объектов подземного хранения водорода совместно с метаном. Нежелательная потеря газа во время эксплуатации подземного хранилища является проблемой с экономической и экологической точек зрения. Чтобы свести к минимуму этот риск при хранении водорода, места хранения должны быть тщательно отобраны и оценены на предмет их целостности, а операции хранения должны сопровождаться системами мониторинга и проверки.

Водород как энергоноситель обладает более высокой весовой теплотворной способностью (≈ 120 МДж/кг), чем углеводороды. При этом энергия воспламенения

водорода в 15 раз меньше, а максимальная скорость распространения фронта пламени в 8 раз выше по сравнению с углеводородными топливами. Его низкая плотность (0.084 кг/ м³ при 20 °С и 0,1 МПа) означает, что для достижения тех же объемов энергии ему потребуется большая объемная емкость по сравнению с природным газом. Отмечено линейное увеличение роста суммарной теплотворной способности газовой смеси при повышении в ней процентного содержания водорода [1]. Закачка водорода в пористые резервуары вытеснит пластовые флюиды, что приведет к сложным многофазным перетокам. Особое значение имеют относительная проницаемость, капиллярное давление и остаточное насыщение водородом в водонасыщенных пористых средах, которые непосредственно связаны с фазами, присутствующими внутри пласта. Определение остаточного насыщения водородом имеет особое значение, так как оно контролирует безвозвратную часть запасенного газа, влияя на экономическую целесообразность операции. В свою очередь, капиллярные силы, управляющие остаточным улавливанием, также управляют поведением поглощения и дренажа породы, а, следовательно, и относительной проницаемостью. Плотность водорода увеличивается с увеличением давления, что приводит к повышению эффективности хранения водорода с глубиной. Низкая плотность водорода по сравнению с пластовыми рассолами приводит к плавучести, способствующей образованию водородной шапки непосредственно под крышкой. Вязкость водорода низка по сравнению с метаном и углекислым газом и проявляет минимальные колебания с давлением и температурой в диапазоне типичных условий подповерхностного хранения ($T < 150\text{ }^{\circ}\text{C}$; $P < 50\text{ МПа}$). Водород также имеет относительно высокую теплопроводность, которая увеличивается с повышением давления и температуры, так что в глубокозалегающих горизонтах хранения этот показатель у водорода почти в три раза больше, чем у метана и углекислого газа (рис. 1).

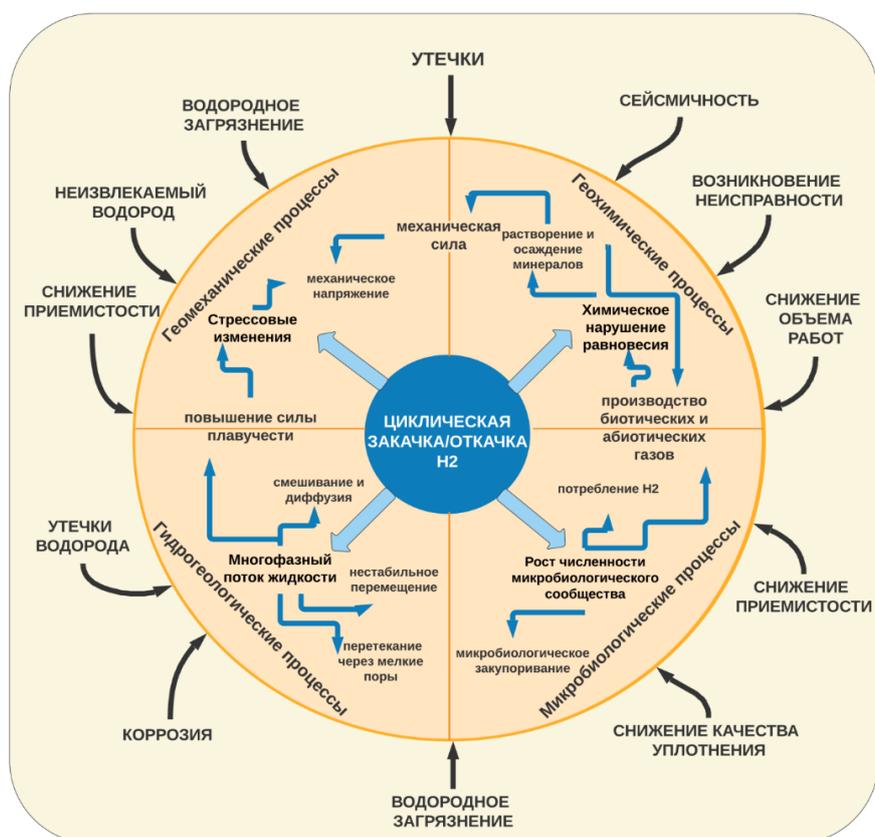


Рисунок 1. Риски и особенности хранения водород-метановых смесей

Объекты исследования-Щелковское, Калужское, Касимовское ПХГ.

Задачами исследования являются: а) сбор и анализ характеристик исследуемых ПХГ; б) оценка взаимовлияния водорода и природных условий объектов хранения газа.

Методы исследований: статистическая обработка результатов полевых наблюдений и экспериментальных данных, экспериментальные, микробиологические, молекулярно-биологические и биоинформатические методы и др.

С целью оценки микробиологической обстановки в водоносных пластах были отобраны пробы пластовой воды из скважин трех ПХГ Московской синеклизы в период закачки. Физико-химические параметры представлены на рисунке 2.

Параметры	Касимовское ПХГ	Щелковское ПХГ		Калужское ПХГ
	Нижнещигровский	Щигровский	Ряжский	Гдовский
Литология	Терригенные отложения франского яруса, представленные песчаными и глинистыми пачками	Незакономерное переслаивание слабосцементированных песчаников и алевролитов франского яруса	Песчаники кварцевые, слабосцементированные, неравномерно глинистые с прослоями алевролитов и глин эйфельского яруса	Песчаники верхнего протерозоя в приподнятой части структуры
Глубина залегания, м	760–820	925–980	1115–1154	650–980
Тип воды (по Сулину)	ХК	ХН	ХК	ХК, ХМ
Минерализация воды, г/л	137.4–219.4	129–131	142.6–217.9	0.83–198.4
Плотность воды, г/см ³	1.099–1.110	1.090	1.100–1.150	0.998 – 1.302
рН воды	6.1–8.8	6.4–7.0	6.3–7.3	5.4–9.7
Состав природного водорастворимого газа	Азотный, азотно-метановый, метановый	Азотный, азотно-метановый, метановый	Азотно-метановый, метановый, метаново-водородный	Азотный, азотно-метановый, метановый
Геодинамическая обстановка	Нелинейное сжатие, сдвиговые деформации	Вертикальные колебания, сдвиговые деформации		Вертикальные колебания, сдвиговые деформации
Темп. пласта, °С	22	24	24	17–22
Пластовое давление	4.9–7.6 МПа	7.1–9.7 МПа	-	4.9–11.3 МПа
Сульфатредуцирующие бактерии	-	+	-	-

Рисунок 2. Геологические неопределенности при хранении водорода в пористой среде

Методом высокопроизводительного секвенирования V3 региона гена 16S рРНК определен состав микробного сообщества в пробах пластовой воды. В пробах из скважин Щелковского ПХГ преобладают сульфатредуцирующие бактерии, способные в бескислородных средах с помощью водорода восстанавливать сульфат до сульфида, который в свою очередь является активным коррозионным агентом. Для ПХГ, обустроенных в водоносных горизонтах, микробиологически более оправдан риск развития углекислотной агрессии.

На примере микробных популяций из ПХГ методом динамического рассеивания света подтверждено, что добавление молекулярного водорода в изолированные пробы пластовых вод стимулирует рост сульфатредуцирующих бактерий, что приводит к усилению биогенной коррозии металлического оборудования.

К обоснованным рискам при хранении водород-метановых смесей следует относить:

- диффузию и влагосодержание продукта;
- высокую активность и реакционную способность;
- рост микроорганизмов, потребляющих водород, потери в результате бактериологического биодеградирования и растворения;
- разгерметизацию хранилищ;
- изменение поля напряжений;
- углекислотную и сульфатную коррозию;
- охрупчивание инженерных сооружений из металлического оборудования и пластиковых конструкций;
- выпадение на инженерных сооружениях серных и карбонатных отложений.

При внедрении технологии хранения многокомпонентных газовых смесей необходимо проведение анализа возможных положительных и отрицательных изменений параметров рабочих процессов. Критерии выбора объекта хранения ВМС имеют решающее значение [3].

Выводы

При совместном хранении водорода и метана микробиологически обусловленные гидрохимические и геохимические процессы, несомненно, будут приводить к коррозии подземных инженерных конструкций и породообразующих минералов. Ухудшение экранирующих и изоляционных свойств пород-покрышек происходит при превышении допустимых пределов изменения пластовых давлений и температур в циклах откачек и закачек газа, в результате чего снижается влагонасыщенность пород и количественное содержание органического вещества и массы породообразующих окислов.

Для выбора возможных объектов хранения ВМС и снижения негативных последствий на инфраструктуру и пласт необходимо обеспечить непрерывный аппаратный мониторинг контроля компонентного состава газа. Целесообразно провести комплекс работ по точной оценке негативных последствий в рамках политики крупномасштабного хранения и применения водорода с учетом технологических и экологических рисков при развитии национальной водородной энергетики или обеспечении экспорта водородной продукции в длительной перспективе.

Библиография

1. Аксютин О.Е., Ишков А.Г. и др. Потенциал метановодородного топлива в условиях перехода к низкоуглеродной экономике // Газовая промышленность, №1.750. Спецвыпуск. – С. 82-85.
2. Глушков С.П., Кочергин В.И., Красников В.В. Влияние использования альтернативных видов топлива на характеристики рабочих процессов ДВС // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология, № 1, 2018. – С. 24-32. DOI: 10.24143/2073-1574-2018-1-24-32

3. Столяров В.Е., Монакова А.С., Сафарова Е.А., Филиппова Д.С. Особенности автоматизации производства и хранения промышленного водорода // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности, № 3, 2021. – С. 18-26. DOI: 10.33285/0132-2222-2021-3(572)-18-26

Выявление структурно-тектонической зональности разломных структур на основе дистанционных методов на примере Приморского разлома Байкальской рифтовой зоны

***Свечеревский А.Д.* (ИГЕМ РАН, svecherevskiy@gmail.com),
Устинов С.А. (ИГЕМ РАН, ustinov@igem.ru), Петров В.А. (ИГЕМ РАН,
vlad243@igem.ru)***

Аннотация

На основе дистанционных данных о поверхности рельефа осуществлен автоматический линеаментный анализ района Приморского разлома Байкальской рифтовой зоны. Построение схемы относительной удельной плотности линеаментов позволило выделить зону динамического влияния разлома, а также сегменты, характеризующиеся различными параметрами плотности. Применение структурно-геоморфологического метода Л.А. Сим позволило реконструировать параметры поля напряжений-деформаций и кинематику разлома для каждого сегмента и, тем самым, охарактеризовать тектоническую неоднородность рассматриваемой структуры.

Ключевые слова

Приморский разлом, линеаментный анализ, структурно-геоморфологический метод, зона динамического влияния, поле напряжений

Источники финансирования

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 20-77-10087 «Применение современных методов анализа данных для решения задач геомеханики разломных зон приповерхностной области континентальной коры»).

Теория

В настоящее время в области разломной тектоники особенно актуальными становятся проблемы, связанные со спецификой формирования разрывных структур. Сложная внутренняя организация разломных зон наряду с описанием чисто качественных литологических, петрографических, структурных особенностей требует проведения серии количественных оценок. Большое прикладное значение имеет определение ширины зоны динамического влияния разломов, которая пропорциональна длине разлома, а также амплитуде смещения [2].

Объектом исследования являлся Приморский разлом Байкальской рифтовой зоны. Он относится к Обручевской системе сбросов и является крупнейшей неотектонической структурой. Благодаря геоморфологической выраженности, хорошей обнаженности и доступности для изучения Приморский глубинный разлом является опорным при палеотектонических реконструкциях. Ранее установлено, что на неотектоническом этапе основной сместитель дизъюнктива формировался как сброс с незначительной сдвиговой компонентой. Также установлено, что формирование Приморского разлома происходило в условиях растяжения земной коры, о чем

свидетельствует соответствующий структурный рисунок разрывов. Магистральный сместитель Приморского разлома при кайнозойском рифтогенезе активизировался как сброс с весьма незначительной левосторонней сдвиговой компонентой [5].

Для выявления структурно-тектонической зональности Приморского разлома Байкальской рифтовой зоны на первом этапе на основе данных SRTM (Shuttle radar topographic mission) создана детальная цифровая модель рельефа (ЦМР) [6]. В дальнейшем с помощью автоматического анализа данной ЦМР проводился линеаментный анализ. На втором этапе для оптимального выделения линеаментов с помощью программного обеспечения ENVI на основе ЦМР создавались схемы теневоего рельефа. Для этого применялась нелинейная направленная фильтрация изображения. Как правило, направленная фильтрация изображения производится по четырем основным направлениям: С-Ю (0°), СВ-ЮЗ (45°), В-З (90°), СЗ-ЮВ (135°), с целью подчеркнуть все возможные направления структур на изображении. На следующем этапе с помощью модуля «LINE» программного обеспечения PCI Geomatica осуществлялось автоматическое извлечение линеаментов. Визуализация и пространственный анализ выделенных линеаментов проводился в свободно распространяемой кроссплатформенной геоинформационной системе QGIS. Для оценки ширины зоны динамического влияния Приморского разлома в QGIS с помощью встроенного модуля строилась схема плотности линеаментов. В качестве входящих параметров построения для исследуемой территории протяженностью около 150 километров определены оптимальные радиус поиска (3000 метров) и размер пиксела (1000 метров). Это позволило создать схему плотности с четким отображением локальных минимумов и максимумов скопления линейных объектов. Анализ схемы плотности линеаментов позволяет выделить предполагаемую зону динамического влияния Приморского разлома. Более того, выделены отдельные сегменты зоны динамического влияния разлома, характеризующиеся различным пространственным распределением оперяющих линеаментов и, наиболее вероятно, параметрами поля напряжений-деформаций. Таким образом выделено девять подобных сегментов (рис. 1).

На заключительном этапе выявления структурно-тектонической зональности и реконструкции сдвиговых полей напряжений Приморского разлома применялся структурно-геоморфологический (СГ) метод Л.А. Сим [4]. Технология метода заключается в дешифрировании линеаментов (предположительно разломов) с последующим выделением вблизи них мелких прямолинейных элементов рельефа, условно называемых мегатрещинами. Они могут соответствовать оперяющим разрывам в зоне разлома. Среди последних в случае сдвиговой подвижки формируются разрывные нарушения двух генетических типов: отрывы и сколы. Отрывы (одна система) параллельны оси сжатия и часто выражены в виде минерализованных кулис, известных как эшелонированные трещины. Две системы сколов расположены симметрично к отрывам под углом ($45^\circ - \alpha$), где α – угол скола. Эти три системы разрывов оперения образуют характерную “триаду”, распознавание которой является основой СГ-метода. [3]. Ориентация оперяющих разрывов, направление горизонтальных осей сжатия и растяжения, обусловивших сдвиговое перемещение, по отношению к плоскости разлома изменяются в зависимости от геодинамической обстановки [1]. В результате реконструируется ориентировка осей сжатия и растяжения в горизонтальной плоскости, определяется направление сдвигового перемещения по разлому (правый или левый) и воссоздается геодинамическая обстановка формирования разлома (сжатия или растяжения). Поскольку фактическим материалом служат данные дешифрирования



элементов рельефа, то возраст восстановленных СГ-методом стресс-состояний принимается за новейший.

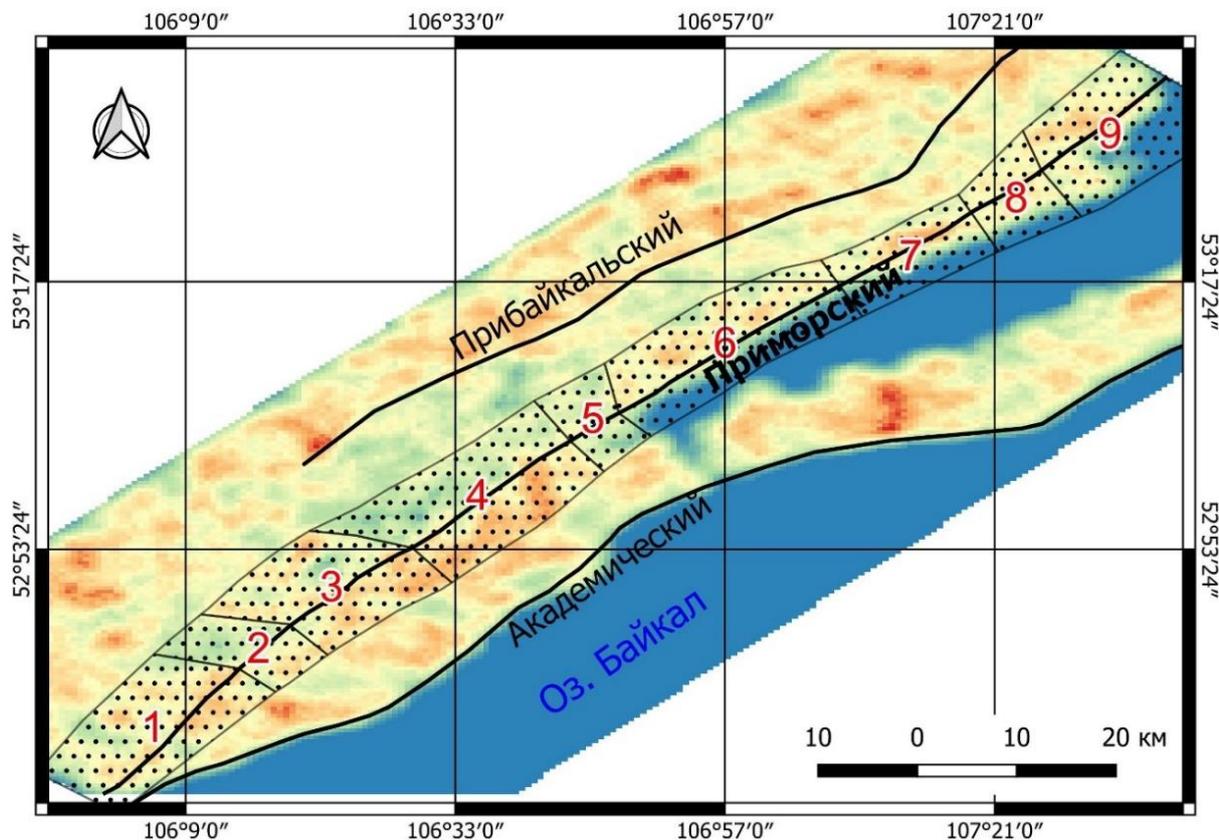


Рисунок 1. Схема относительной удельной плотности выделенных линеаментов района Приморского разлома Байкальской рифтовой зоны. Красные участки соответствуют максимумам относительной удельной плотности, синие – минимумам. Черными линиями показаны основные разрывные нарушения. Заштрихованная область – зона динамического влияния Приморского разлома. Пронумерованные области – сегменты зоны динамического влияния, выделяемые по локальным аномалиям плотности линеаментов.

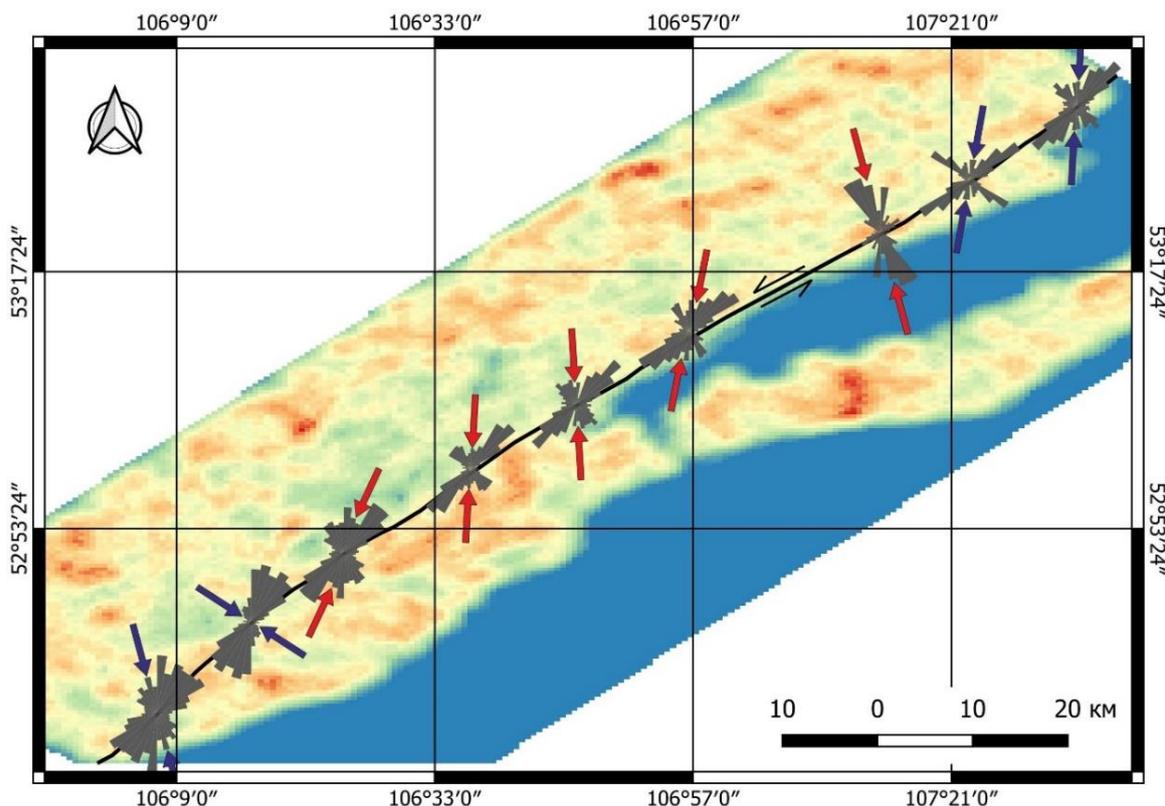


Рисунок 2. Результат построения роз-диаграмм и применения СГ-метода для выделенных сегментов Приморского разлома. Синими стрелками показана ориентировка оси сжатия с обстановкой дополнительного сжатия, красными – без дополнительного сжатия.

Для каждого выделенного сегмента зоны динамического влияния Приморского разлома проводилась реконструкция полей напряжений СГ-методом. Для этого строились розы-диаграммы ориентировки мегатрещин и, в соответствии с методикой, проводилась их интерпретация. Таким образом, для каждого сегмента подтверждена левосторонняя сдвиговая природа, присущая всему Приморскому разлому и заверенная полевыми замерами и их тектонофизической интерпретацией. В юго-западной и северо-восточной частях наблюдаются обстановки с дополнительным сжатием. Центральная часть разлома вполне однородна и характеризуется обстановкой нормального напряжения (рис. 2). Ориентировки осей сжатия варьируют от север-северо-западной в юго-западной части разлома, северо-восточной–субмеридиональной в центральной части до север-северо-восточной в северо-восточной части.

Выводы

На основе результатов комплексного линейного анализа детальной цифровой модели рельефа, в сочетании с результатами структурно-геоморфологического метода Л.А. Сим, удалось оконтурить зону динамического влияния Приморского разлома Байкальской рифтовой зоны. В рамках данной зоны выявлены сегменты, характеризующиеся различными показателями плотности линейных элементов, и, вероятно, параметрами поля напряжений-деформаций. Для каждого сегмента проведена

интерпретация роз-диаграмм ориентировки оперяющих разлом линеаментов (мегатрещин), установлена кинематика разлома и ориентировка главных осей поля напряжений. Выявлена общая тектоническая неоднородность рассматриваемой структуры. Применённый подход универсальный и может быть применён для анализа разномасштабных структур.

Библиография

1. Гзовский М.В. Основы тектонофизики. М.: Наука, 1975. 536 с.
2. Лобацкая Р.М. Структурная зональность разломов. М.: Недра, 1987. 128 с.
3. Петров В.А., Сим Л.А., Насимов Р.М., Щукин С.И. Разломная тектоника, неотектонические напряжения и скрытое урановое оруденение в районе Стрельцовой кальдеры // Геология рудных месторождений, 2010, т.52, №4, С. 310-320.
4. Ребецкий Ю.Л., Сим Л.А., Маринин А.В. От зеркал скольжения к тектоническим напряжениям. Методики и алгоритмы. М.: Издательство ГЕОС, 2017. 234 с.
5. Cheremnykh A.V., Burzunova Yu.P., Dekabryov I.K. Hierarchic features of stress field in the Baikal region: Case study of the Buguldeika Fault Junction // Journal of Geodynamics, 2020, V.141–142, 101797. <https://doi.org/10.1016/j.jog.2020.101797>
6. Nikolakopoulos K.G., Kamaratakis E.K., Chrysoulakis N. SRTM vs ASTER elevation products. Comparison for two regions in Crete, Greece // International Journal of Remote Sensing, 2006, V. 27(21), P. 4819-4838. <http://dx.doi.org/10.1080/01431160600835853>

Секция «Региональная Геология, палеонтология, стратиграфия»

Эпибионты на раковинах атрипид из нижнедевонских отложений восточного склона Северного Урала

Бушманова Ю.Д. (ФГБОУ ВО МГРИ, Julia25849@yandex.ru),
Павлова Ю.Э. (ФГБОУ ВО МГРИ, uliapavlova2003@gmail.com)*

Аннотация

Приведены данные о первых находках эпибионтов на раковинах атрипид *Carinata arimaspa* (Eichwald, 1840) из карпинского горизонта (эмсский ярус) и *Karpinskia conjugula* Tschernyschew, 1885 из пражского яруса восточного склона Северного Урала. Единственный экземпляр *Palaeonchus* обнаружен на спинной створке раковины *Carinata arimaspa* вблизи боковой комиссуры. Трубка *Palaeonchus* спиральная, округлая в плане, с гладкой наружной поверхностью, диаметром 0.4 мм. Прикрепление изученного *Palaeonchus*, скорее всего, было прижизненным, о чём свидетельствует его расположение вблизи комиссуры.

Следы сверлений обнаружены на двух раковинах *Carinata arimaspa* и на двух раковинах *Karpinskia conjugula* вблизи комиссуры.

На долю обнаруженных поселенцев приходится лишь около 1.5% от общего числа изученных атрипид, что свидетельствует о крайней редкости самих эпибионтов, либо о редкости использования эпибионтами раковин атрипид в качестве субстрата.

Решение вопроса о том, прикреплялся ли эпибионт к раковине брахиоподы при её жизни или уже после гибели, зависит от определения систематической принадлежности сверлящих организмов и допускает двоякую трактовку. Если сверления оставили водоросли, то можно предполагать их посмертное поселение. Если же следы принадлежат губкам, следует говорить об их прижизненном поселении вблизи комиссуры.

Ключевые слова

Микроконхиды, сверлильщики, атрипиды, эпибионтия, девон, восточный склон Среднего Урала.

Теория

Материалом для настоящего исследования послужила коллекция девонских атрипид *Carinata arimaspa* (Eichwald, 1840) (222 экземпляра) и *Karpinskia conjugula* Tschernyschew, 1885 (73 экземпляра) с восточного склона Северного Урала, переданная Р.Е. Алексеевой для изучения В.Н. Комарову в 1998 г. Анализ данного материала позволил на трёх раковинах *Carinata arimaspa* и двух раковинах *Karpinskia conjugula* обнаружить эпибионтов [6–8]. Насколько известно, это первые находки прикреплённых организмов не только у данных видов, но и в целом на раковинах атрипид указанного региона. Необходимо отметить, что детальное изучение эпибиоза очень важно при комплексных исследованиях самых различных групп ископаемой донной фауны, на что неоднократно указывалось в публикациях [1, 4, 8–12, 9].

Род *Carinata* объединяет атрипид, имеющих небольшие широкие и плоские раковины. Рёбра у них сильно ветвятся вблизи переднего края и образуют пучки очень тонких рёбрышек, продолжающихся на длинном шлейфе. В состав рода входит более 20 видов, характеризующих нижний и средний девон Европы, Канады, Урала, Салаира, Горного Алтая, Кузбасса, Южного Тянь-Шаня и Закавказья. Вопросам стратиграфии в нашей стране уделяется пристальное внимание [2, 3, 5, 10]. В соответствии с действующими стратиграфическими схемами Урала *Carinata arimaspa* считается характерной для карпинского горизонта, который в настоящее время на основании изучения конодонтов отнесён к эмсскому ярусу. Этот горизонт был утверждён в девонских стратиграфических схемах по решению III Уральского стратиграфического совещания 1978 г. До этого момента он рассматривался в составе эйфельского яруса. Отложения карпинского горизонта достаточно широко развиты на восточном склоне Урала в Тагильском бассейне, протягивающемся от г. Нижнего Тагила почти до Полярного Урала.

Мы обнаружили палеоконхуса на спинной створке одной раковины *Carinata arimaspa* вблизи боковой комиссуры (рис. 1 а). Трубка *Palaeconchus* спиральная, округлая в плане, достаточно хорошей сохранности с гладкой наружной поверхностью. Размеры палеоконхуса составляет 0,4 мм в диаметре. Максимальный замеренный диаметр трубки в области апертуры достигает 0,16 мм. Прикрепление изученного *Palaeconchus*, скорее всего, было прижизненным. Об этом может свидетельствовать расположение эпибионта вблизи комиссуры.

Следы сверлений обнаружены на двух раковинах *Carinata arimaspa* (рис. 1 б-г). У одного экземпляра след сверления найден на спинной створке вблизи боковой комиссуры. У другого образца, сверление обнаружено на шлейфе брюшной створки также вблизи комиссуры. Следы сверлений вертикальные относительно крупные поверхностные (неполные). Они представлены неглубокими, круглыми в плане выемками. Их диаметр в обоих случаях составляет около 0,6 мм.

Род *Karpinskia* объединяет атрипид, имеющих раковины небольших и средних размеров, удлинённо-треугольной формы, сильно сжатые с боков. Спинная створка выпуклая, брюшная плоская или слабо вздутая. Наружная поверхность несёт многочисленные радиальные рёбра. Под макушкой брюшной створки имеется небольшой форамен. Зубные пластины длинные. Ручной аппарат в виде двух конусов, обращённых вершинами к середине спинной створки. Число оборотов спирали значительное.

Род *Karpinskia* включает не менее пяти видов – *Karpinskia vagranensis*, *Karpinskia conjugula*, *Karpinskia consuelo*, *Karpinskia fedorovi* и *Karpinskia gigantea*.

Вид *Karpinskia conjugula* характерен для нижнего девона и нижней части эйфельского яруса восточного (вижайский-тальтийский горизонты) и западного (куламатский-иргизлинский горизонты) склонов Урала, Салаира (малобачатские и верхнекрековские слои), Горного Алтая (якушинские слои), Печёрской плиты (пражский ярус) и Карнийских Альп (пражский ярус), нижнего девона Пай-Хоя, о-ва Вайгач и Средней Азии.

Детальный анализ имеющегося материала позволил на двух раковинах *Karpinskia conjugula* обнаружить следы жизнедеятельности сверлящих организмов, отличающиеся по размеру (рис. 1 д-е). У одного экземпляра на обеих створках раковины в её передней четверти вблизи передней комиссуры наблюдались крошечные, размером менее 0,05 мм следы сверлений.

У второго образца следы сверлений небольшого размера (0,1-0,2 мм) были зафиксированы на брюшной створке в её передней половине. В обоих случаях следы

сверлений вертикальные, поверхностные (неполные). Они представлены неглубокими, округлыми или овальными в плане выемками, достаточно редкими и неравномерно расположенными.

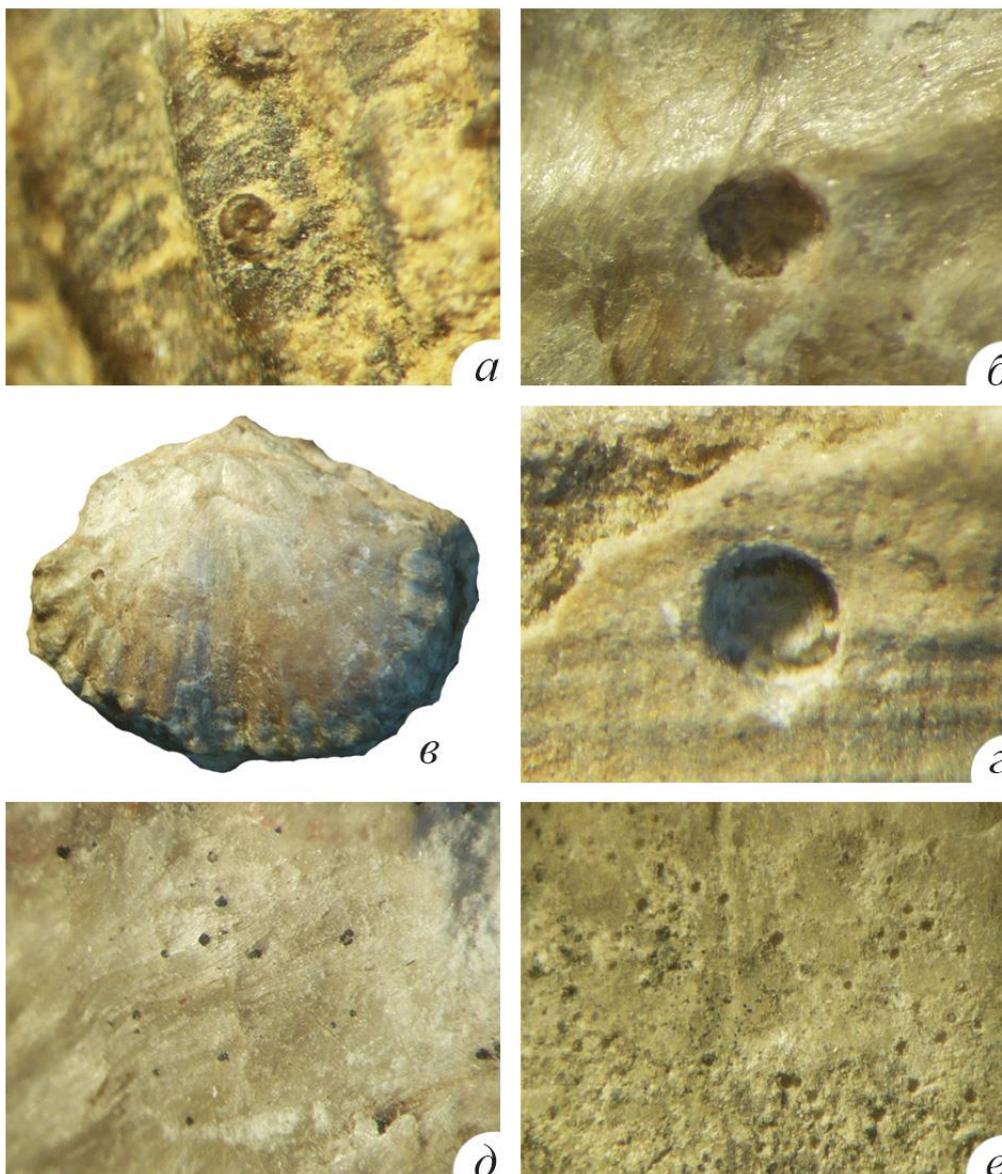


Рисунок 1. Эпивионты на раковинах девонских трипид: а – микроконхиды *Palaeconchus* на раковине *Carinatina arimaspa* (Eichwald, 1840); б–г – следы сверлений на раковинах *Carinatina arimaspa*; нижний девон, эмский ярус, карпинский горизонт; восточный склон Северного Урала; д–е – следы сверлений на раковинах *Karpinskia conjugula* Tschernyschew, 1885; нижний девон, пражский ярус, восточный склон Северного Урала. Увеличено.

Выводы

Решение вопроса о том, прикреплялся ли эпивионт к раковине брахиоподы при её жизни или уже после гибели, зависит от определения систематической принадлежности сверлящих организмов и допускает двоякую трактовку.

В настоящее время наиболее массовыми и широко распространёнными сверлящими организмами являются губки и водоросли. Точные количественные данные, характеризующие масштаб их разрушительной работы, к сожалению, отсутствуют, в значительной мере потому, что в один и тот же объект одновременно или последовательно внедряются различные сверлильщики. Определить степень участия каждого из них не представляется возможным. В палеозое сверлящие водоросли были распространены так же широко, как и в настоящее время, о чём свидетельствуют многочисленные описания и изображения следов их деятельности. О палеозойских сверлящих губках практически ничего не известно, но, по всей вероятности, губковые сверления просто не распознаются. Ходы сверлильщиков в целом не обладают никакими характерными признаками, и различить их можно только по размеру. Канальцы с диаметром в единицы микрон можно уверенно считать водорослевыми, а о более крупных трудно сказать что-либо определённое. По всей видимости, они выполнены губками.

Если сверления оставили водоросли, то можно предполагать их посмертное поселение. Если же следы сверления принадлежат губкам, следует говорить об их прижизненном поселении вблизи комиссуры.

Библиография

1. Вайтиева Ю.А., Локтионов А.Д., Комаров В.Н. Первые находки представителей рода *Cornulites Schlotheim* (Microconchida, Tentaculita) на раковинах девонских атрипид (Brachiopoda) Закавказья // *Инновации. Наука. Образование*. 2021. № 26. С. 1043–1051.
2. Жамойда А.И. Общая стратиграфическая шкала, принятая в СССР–России. Её значение, назначение и совершенствование. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2013. 24 с.
3. Захаров В.А. Всероссийская конференция “Общая стратиграфическая шкала России: состояние и перспективы обустройства”. Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2014. № 43. С. 22–27.
4. Измайлова А.А., Головастов Д.А., Вайтиева Ю.А., Павлидис С.Б., Гончарова Е.И., Локтионов А.Д., Комаров В.Н. Девонские эпибионты. М.: ООО “ТИИЦ”, 2021. 82 с.
5. Общая стратиграфическая шкала России: состояние и перспективы обустройства. М.: ГИН РАН, 2013. 408 с.
6. Павлова Ю.Э., Бушманова Ю.Д., Комаров В.Н. Уникальная находка эпибионтов на раковинах *Carinata arimaspa* (Eichwald, 1840) (Atrypida, Brachiopoda) из карпинского горизонта (эмский ярус) восточного склона Северного Урала. *Инновации. Наука. Образование*. 2021, № 41. С. 657–669.
7. Павлова Ю.Э., Бушманова Ю.Д., Комаров В.Н. Уникальная находка следов сверления эпибионтов на раковинах *Karpinskia conjugula Tschernyschew*, 1885 (Atrypida, Brachiopoda) из пражского яруса восточного склона Северного Урала. *Инновации. Наука. Образование*. 2021, № 47. С. 2631–2637.
8. Комаров В.Н., Павлова Ю.Э., Бушманова Ю.Д. Первая находка эпибионтов на раковинах уральских атрипид // *Природа*. 2022. № 1. С. 60–63.
9. Павлидис С.Б., Зеленкова И.С., Комаров В.Н. Уникальная находка гирляндного прирастания представителей рода *Cornulites* (Microconchida, Tentaculita) на

раковинах атрипид (*Brachiopoda*) из девонских отложений Закавказья // *Инновации. Наука. Образование*. 2021. № 31. С. 1298–1303.

10. Состояние изученности стратиграфии докембрия и фанерозоя России. Задачи дальнейших исследований. Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Вып. 38. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2008. 131 с.

*О находке ихнорода *Asteriacites* (Asterozoa, Echinodermata) в эоценовых породах Горного Крыма*

*Вайтиева Ю. А. * (ФГБОУ ВО МГРИ, yulia.vaitieva@yandex.ru)*

Аннотация

Приведены данные о первой находке ихнорода *Asteriacites* Schlotheim, 1820 в эоценовых отложениях Горного Крыма. Сделан вывод о том, что изученная окаменелость является следом жизнедеятельности морской звезды и относится к этологической группе следов лежания, неподвижности или покоя.

Ключевые слова

Ихнофоссилии, морские звёзды, *Asteriacites*, эоцен, Горный Крым.

Теория

Ихнофоссилии, в отличие от ископаемой раковинной фауны, до сих пор привлекали к себе относительно мало внимания, хотя они могут быть носителями (причём иногда единственными) очень ценной информации о самых разных параметрах. Палеоэкологические данные, получаемые в результате изучения ихнофоссилий, обычно считаются наиболее существенным вкладом палеоихнологии в геологию в целом. Следы жизнедеятельности могут, например, помочь получить сведения о нюансах пищевой стратегии организмов, их адаптациям к обстановкам с различной гидродинамической активностью, о технике проходки норок, что может иллюстрировать степень твердости донного субстрата [3]. В процессе седиментологических исследований следы жизнедеятельности позволяют получить сведения о масштабе и характере переработки осадка обитающими в нём организмами, об истории эпизодов эрозии, накопления и ненакопления осадков. Некоторые ихнофоссилии имеют, по существу, характеристики видов-индексов, особенно в тех случаях, когда определенный след связан с конкретным организмом. В ряде случаев, при сходстве литологического состава, ихнофоссилии оказываются одним из основных признаков, который используется для расчленения и последующей корреляции разрезов [3].

Интереснейшим примером следов жизнедеятельности является ихнород *Asteriacites* Schlotheim, 1820 [5–11]. К нему относят звездообразные, обычно пятилучевые отпечатки с лучами, которые начинаются от центральной области и сужаются в дистальном направлении. Поверхность окаменелостей обычно гладкая, хотя лучи иногда могут нести поперечную штриховку.

В первоначальной схеме А. Зейлахера [11] *Asteriacites* относился к *Cubicinia* – следам лежания, неподвижности или покоя. В эту этологическую группу следов жизнедеятельности входят небольшие углубления на поверхности осадка, созданные животными, которые временно поселялись на поверхности субстрата или в него зарывались. Такие следы, как правило, в определенной мере отражают форму тела и размер организма [3]. Данные окаменелости интерпретируются в основном, как следы жизнедеятельности офиур, а также морских звёзд. Астериацинты известны из морских, как мелководных, так и достаточно глубоководных фаций. Существует в целом общепринятое представление об астериацинтах, как об индикаторах нормальной

солёности моря. Тем не менее в литературе есть и указание на то, что в позднем палеозое они могли свидетельствовать и об обстановках с несколько пониженной солёностью. *Asteriacites* характеризуется невероятно широким стратиграфическим распространением – от кембрия до четвертичных отложений. Особенно часто представители данного ихнорода встречаются в мезозойских породах. Географическое распространение *Asteriacites* также обширно. Ископаемые остатки найдены в Европе (Германия, Испания, Италия, Чехия), Китае, США, Чили. Большие скопления астериацитов (так называемые “*Asteriacites beds*” [5]) считаются характерными для отложений мелководных морских бассейнов с низкой биотурбацией, небольшим количеством хищников и высокой скоростью осадконакопления.

Интереснейшим примером следов жизнедеятельности является ихнород *Asteriacites Schlotheim*, 1820 [5–11]. К нему относят звёздообразные, обычно пятилучевые отпечатки с лучами, которые начинаются от центральной области и сужаются в дистальном направлении. Поверхность окаменелостей обычно гладкая, хотя лучи иногда могут нести поперечную штриховку.

В первоначальной схеме А. Зейлахера [11] *Asteriacites* относился к *Cubicinia* – следам лежания, неподвижности или покоя. В эту этологическую группу следов жизнедеятельности входят небольшие углубления на поверхности осадка, созданные животными, которые временно поселялись на поверхности субстрата или в него зарывались. Такие следы, как правило, в определённой мере отражают форму тела и размер организма [3]. Данные окаменелости интерпретируются в основном, как следы жизнедеятельности офиур, а также морских звёзд. Астериациты известны из морских, как мелководных, так и достаточно глубоководных фаций. Существует в целом общепринятое представление об астериацитах, как об индикаторах нормальной солёности моря. Тем не менее в литературе есть и указание на то, что в позднем палеозое они могли свидетельствовать и об обстановках с несколько пониженной солёностью. *Asteriacites* характеризуется невероятно широким стратиграфическим распространением – от кембрия до четвертичных отложений. Особенно часто представители данного ихнорода встречаются в мезозойских породах. Географическое распространение *Asteriacites* также обширно. Ископаемые остатки найдены в Европе (Германия, Испания, Италия, Чехия), Китае, США, Чили. Большие скопления астериацитов (так называемые “*Asteriacites beds*” [5]) считаются характерными для отложений мелководных морских бассейнов с низкой биотурбацией, небольшим количеством хищников и высокой скоростью осадконакопления.

4 сентября 2021 г. в ходе проведения учебной геологической практики МГРИ в Горном Крыму в белых нуммулитовых известняках симферопольской свиты (верхний ипр–нижний лютет) [4], обнажающихся на правом берегу реки Бодрак в карьере Скалистое–2 мною была найдена уникальная окаменелость, относящаяся к ихнороду *Asteriacites Schlotheim*. Данный таксон встречен в Горном Крыму впервые. На сегодняшний день было известно пять видов астериацитов – *Asteriacites quinquefolius* (Quenstedt, 1876), *Asteriacites stelliforme* (Miller et Dyer, 1878), *Asteriacites gugelhupf* Seilacher, 1983, *Asteriacites aberensis* Crimes et Crossley, 1991 и *Asteriacites obtusus* Carrasco, 2011. Проведённый анализ показал, что обнаруженный экземпляр своими морфологическими особенностями отличается от всех описанных в литературе форм. Он был выделен в качестве самостоятельного нового вида *Asteriacites prodigialis* [1, 2]. Ископаемый остаток в основном представляет собой лимонитизированный отпечаток

звёздообразной формы диаметром не менее 16.0 см, с пятью лучами, начинающимися от сравнительно узкой центральной области и, насколько позволяет судить сохранность, незначительно сужающимися в дистальном направлении (рис. 1).



Рисунок 1. Asteriacites prodigialis Vaitieva et Komarov, 2021.

На небольших участках сохранились фрагменты слепков лучей. Последние довольно широкие, длинные, на большем протяжении прямые, немного изогнутые по краям. Их внешние окончания не сохранились. Поверхность окаменелости гладкая. Изученная окаменелость принадлежит именно морской звезде. В отличие от офиур, у которых центральный диск очень отчётливо отделён от узких, червеобразных, сильно изгибающихся лучей, у обнаруженного экземпляра центральная область плохо отделена от довольно широких, слабо изгибающихся лучей.

Выводы

Проявления жизнедеятельности древних организмов, запечатленные в породе, представляют собой, в некотором смысле, “окаменевшее поведение” вымерших животных. Описанная находка позволит не только получить новую информацию о географическом распространении, систематическом составе и морфологии ихнорода *Asteriacites*, но и составить более полное представление о палеоэкологических условиях эоценовых морей Горного Крыма.

Библиография

1. Вайтиева Ю.А., Комаров В.Н. Уникальная находка ихнорода *Asteriacites Schlotheim, 1820* (Asterozoa, Echinodermata) в эоценовых отложениях Горного Крыма // *Инновации. Наука. Образование*. 2021. № 42. С. 610–621.
2. Комаров В.Н., Вайтиева Ю.А. Звезда палеогена: первая находка следов морской звезды в отложениях Горного Крыма // *Природа*. 2021. № 12. С. 30–34.
3. Микулаш Р., Дронов А. Палеоихнология – введение в изучение ископаемых следов жизнедеятельности. Прага. Геологический институт Академии наук Чешской Республики. 2006. 122 с.
4. Цейслер В.М., Караулов В.Б., Туров А.В., Комаров В.Н. О местных стратиграфических подразделениях в восточной части Бахчисарайского района Крыма. *Известия вузов. Геология и разведка* // 1999. № 6. С. 8–18.
5. *Baucon A., Carvalho C.N. Stars of the aftermath: Asteriacites beds from the Lower Triassic of the Carnic Alps (Werfen formation, Sauris di Sopra, Italy). Palaios* // 2016. No 31. P. 161–176.
6. *Belaustegui Z., Muniz F., Nebelsick J.H., Domenech R., Martinell J. Echinoderm ichnology: bioturbation, bioerosion and related processes. Journal of Paleontology*. 2017. No 91(4). P. 643–661.
7. *Carrasco J.F. A new ichnospecies of Asteriacites from the Triassic of Tarragona (Spain). Batalleria*. 2011. No 16. P. 12–15.
8. *Gurav S.S., Kulkarni K.G., Paranjape A.R., Borkar V.D. Palaeoenvironmental implications of Middle Jurassic trace fossils from the Jaisalmer Formation, India, with emphasis on the ichnogenus Asteriacites lumbricalis von Schlotheim, 1820. Annales Societatis Geologorum Poloniae*. 2014. No 84. P. 249–257.
9. *Knaust D., Neumann C. Asteriacites von Schlotheim, 1820 – the oldest valid ichnogenus name – and other asterozoan-produced trace fossils. Earth-Science Reviews*. 2016. No 157. P. 111–120.
10. *Poschmann M. Fossilien marin-terrestrischer Übergangsfazies der Nellenkopfchen-Formation (Unterdevon, höchstes Unter-Emsium) aus dem Dunnbachtal bei Treis-Karden (Untermosel, Rheinland-Pfalz, SW-Deutschland). Mainzer naturwiss. Archiv*. 2017. No 54. P. 47–63.
11. *Seilacher A. Studien zur Palichnologie. I. Über die Methoden der Palichnologie. Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*. 1953. No 96. P. 421–452.

*О беззамковых брахиоподах (Craniiida, Brachiopoda) из датского яруса
Горного Крыма*

Волкова Е.А. (ФГБОУ ВО МГРИ, evolkovaea@yandex.ru)*

Качалина М.Д. (ФГБОУ ВО МГРИ, kachalina.mariya@gmail.com)

Аннотация

Приведены данные о новых находках беззамковых брахиопод из датского яруса Горного Крыма. Среди краниид рода *Danocrania* определены *D. tuberculata* (Nilsson) (112 экз., 87 брюшных створок и 25 спинных створок) и *D. polonica* Rosenkrantz (3 брюшные створки). Размеры *D. tuberculata* (Nilsson) варьируют от 5,5 мм до 17,0 мм, но обычно меняются в пределах 7,0–12,5 мм. Размеры *D. polonica* Rosenkrantz составляют 8,5, 11,5 и 15,5 мм.

Строение раковин и способ прикрепления к субстрату свидетельствуют о том, что бассейн, в котором в датском веке жили кранииды, представлял собой неглубокое тёплое море с нормальной солёностью, чистой прозрачной и хорошо аэрируемой водой и твёрдым песчано–известковистым дном.

Ключевые слова

Беззамковые брахиоподы, *Danocrania*, датский ярус, Горный Крым.

Теория

Отложения датского яруса Горного Крыма содержат богатый комплекс окаменелостей, которые вот уже много лет привлекают самое пристальное внимание палеонтологов. В общей ассоциации фоссилий важной группой являются брахиоподы отряда *Craniiida*, монографически описанные в ряде работ [1, 7, 8, 10].

Материалом для настоящего исследования послужила коллекция краниид, собранная студентами и преподавателями МГРИ за последние годы в ходе проведения учебной геологической практики в Горном Крыму, в восточной части Бахчисарайского района. Коллекция насчитывает 115 экземпляров (90 брюшных створок и 25 спинных створок), обнаруженных в отложениях салачикской свиты [9].

Датские отложения, в которых встречены кранииды, представлены белыми, светло–серыми и желтовато–серыми мшанковыми, криноидно–мшанковыми и серпуловыми известняками, органогенно–обломочными, с детритом скелетных остатков различных организмов, неяснослоистыми. Данные отложения относятся к пачкам №№ III и IV [3].

Послойно собранный материал [8] позволил сделать выводы о стратиграфической приуроченности краниид. Было отмечено, что “массовые скопления краниид отмечаются повсюду в третьей пачке” [8, с. 104], представленной неотчётливо слоистыми криноидно–мшанковыми известняками. Здесь обнаружены многочисленные *Danocrania tuberculata* (Nils.), *D. eminenta* sp. nov. и *Isocrania posselti* Ros. Крупные створки *D. tuberculata* (Nils.) встречаются в самой верхней части вышележащих слоистых плотных серпуловых известняков – верхней пачке датских отложений. В нижней части этой пачки в ряде разрезов встречаются отдельные прослои с *D. backlyensis* sp. nov. [8]. Позднее в [3, с. 11] было указано на то, что в датском ярусе “во всей толще известняков отмечены многочисленные раковины *Crania tuberculata* Nils. и других видов этого рода”.

В датском ярусе из брахиопод наиболее многочисленны кранииды. Помимо них встречаются и другие брахиоподы – (*Erymnaria*, *Terebratula*, *Neoliothyrina*, *Chatwinothyra*, *Terebratulina*, *Meonia* и *Argyrotheca*) [7]. Всего в отложениях датского яруса содержится не менее 20 видов различных брахиопод. Такого количества видов не отмечено ни в предыдущем маастрихтском ярусе, ни в последующих ярусах палеогена. Среди этих видов встречаются представители более древних фаун, однако главное значение имеют собственно датские виды, то есть те, которые не встречались ранее и не переходят в более молодые отложения. В частности кранииды *Danocrania tuberculata* (Nilsson, 1826) и *Danocrania polonica* Rosenkrantz, 1964 являются важнейшими руководящими видами для датского яруса и имеют огромное стратиграфическое значение.

Из других групп ископаемых остатков известны мелкие фораминиферы, губки, одиночные и колониальные кораллы, серпулы, остракоды, крабы, толстостенные двустворки (*Glycymeris* sp., *Barbatia* cf. *faxensis* Ravn., *Crassatella subplana* Ravn., *Limopsis obesa* Ravn., *Emarginula coralliarum* Lindgr., *Delphinula depressa* Ravn.) [3], скафоподы, брюхоногие моллюски (*Turritella vialovi* Gorbach, *Companile* sp., *Pleurotomaria* sp.) [4], наутилиды, мшанки, морские ежи, криноидеи, водоросли.

К семейству *Craniiidae* Menke, 1828 относят брахиоподы, имеющие известковую пористую округло–квадратную или округлую раковину с конической спинной створкой и уплощённой брюшной створкой. Многие представители цементируются к субстрату всей поверхностью или частью брюшной створки. Во взрослом состоянии лишены ноги. Раковины округло–квадратные или округлые с конической спинной створкой и уплощённой брюшной створкой. Брюшная створка может принимать форму предмета, к которому она прикрепляется. Задний край раковины часто прямой. Поверхность раковины может быть гладкой, иметь шипы, радиальные рёбра, струйчатость. Внутренний край обеих створок часто уплощён. Раковина состоит из двух слоёв – первичного, представленного игольчатым кальцитом, и вторичного пластинчатого слоя.

Представители отряда известны с раннего ордовика до настоящего времени. Кроме родов *Crania* и *Cranicus*, доживших до наших дней и насчитывающих не менее 15 видов, в семейство *Craniiidae* включают от 11 до 14 ископаемых родов, известных из палеозойских, мезозойских и кайнозойских отложений Европы, Азии, Австралии и Северной Америки [6].

Кранииды относятся к прирастающему экологическому типу. Они характеризуются адаптацией к малому размерному классу субстрата и несут незначительных размеров рубцы прирастания в примакушечной части брюшной створки. Кранииды имеют относительно толстую, уплощённую брюшную створку с утолщённой примакушечной частью. Именно макушкой этой створки кранииды и прикреплялись к субстрату. На поверхности многих брюшных створок отчётливо развиты бугорки, рёбрышки, которые сохранились в неискажённом виде, что было бы невозможно при полном прирастании брюшной створки к субстрату. Спинная створка краниид выпуклая, тоньше брюшной створки и легче по весу. Скульптура поверхности выражена слабо, иногда она совсем гладкая.

След от прирастания у краниид, как правило, плоский и почти ровный, находится на макушке и около неё, нередко он шероховатый от следов песчинок, на которых раковина лежала. В коллекции, изученной В.А. Зелинской [7] и насчитывающей 83 экземпляра нет ни одного образца, прикреплённого к гальке, к обломкам раковин или другим предметам, нет раковин со следами прирастания в виде отпечатков других предметов, кроме песчинок и известкового ила. Это касается и экземпляров, найденных в отложениях, переполненных раковинами моллюсков и других организмов. Следовательно, в криноидно–мшанковых биогермах, где селились кранииды, а также в

других местах с песчано–известковым дном они прирастали в основном к уплотнённому песчаному дну на юных стадиях развития. По мере роста держаться за это же дно им помогали выросты в виде бугорков или рёбрышек. Косвенным подтверждением прирастания раковин краниид не всей брюшной створкой к субстрату, может быть единообразие их очертаний и в основном выдержанная двусторонняя симметрия. При жёстком прикреплении всей створки в процессе роста её, несомненно, пришлось бы наткнуться на посторонние предметы, что отразилось бы на её форме.

Среди изученных краниид нами определены только представители рода *Danocrania* Rosenkrantz, 1964.

Род *Danocrania* насчитывает не менее 11 видов – *Danocrania tuberculata* (Nilsson, 1826), *D. hagenowi* (Davidson, 1852), *D. kressebergensis* (Gumbel, 1861), *D. austriaca* (Traub, 1938), *D. geulhemensis* (Kruytzer et Meijer, 1958), *D. polonica* (Rosenkrantz, 1964), *D. allani* (Cockbain, 1967), *D. prima* Katz, 1974, *D. almensis* (Zelinskaya, 1975), *D. backlyensis* Titova et Favorskaya, 1983, *D. solitaria* Shapovalov et Alekseev, 1997 из сеноманского, маастрихтского и датского ярусов России (Крым), Австрии, Австралии, Бельгии, Болгарии, Великобритании, Германии, Дании, Нидерландов, Польши, Украины и Южной Швеции.



Рисунок 1. Кранииды: 1–19 – *Danocrania tuberculata* (Nilsson, 1826); 20–22 – *Danocrania polonica* (Rosenkrantz, 1964); Юго–Западный Крым, восточная часть Бахчисарайского района; палеоцен, датский ярус. Длина масштабной линейки 1 см.

Среди краниид рода *Danocrania* нами определены *D. tuberculata* (Nilsson) (112 экз., 87 брюшных створок и 25 спинных створок) и *D. polonica* Rosenkrantz (3 брюшные створки) (рис. 1). Как отчётливо видно из приведённого соотношения, в палеобиоценозе явно преобладали представители *D. tuberculata* (Nilsson).

Размеры *D. tuberculata* (Nilsson) варьируют от 5,5 мм до 17,0 мм, но обычно меняются в пределах 7,0–12,5 мм. Размеры *D. polonica* Rosenkrantz составляют 8,5, 11,5 и 15,5 мм.

Выводы

Строение раковин и способ прикрепления к субстрату свидетельствуют о том, что бассейн в котором в датском веке жили кранииды, представлял собой тёплое море с нормальной солёностью, глубиной порядка 50 м, чистой прозрачной и хорошо аэрируемой водой и твёрдым песчано-известковистым дном, густо населённым различными организмами. Кранииды “заселяли более глубокие и тихие участки”, [7, с. 44] прирастая к уплотнённому дну. Беззамковые брахиоподы довольно независимы в отношении соседствующих форм бентоса, поскольку не связаны с ними ничем, кроме конкуренции за пространство на поверхности субстрата [5].

Библиография

1. Василенко В.К. Крании верхнемеловых отложений Крыма // Вопросы палеонтологии. 1955. Т. 2. С. 61–69.
2. Волкова М.Д., Качалина М.Д., Комаров В.Н. О новых находках краниид (*Craniida*, *Brachiopoda*) в датских отложениях Горного Крыма // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 49. С. 1768–1779.
3. Воронина А.А. Палеогеновая система // Геологическое строение Качинского поднятия Горного Крыма. Стратиграфия кайнозоя, магматические, метаморфические и метасоматические образования. М.: Изд-во МГУ. 1989. С. 4–36.
4. Горбач Л.П. Стратиграфия и фауна моллюсков раннего палеоцена Крыма. М.: Недра. 1972. 152 с.
5. Зезина О.Н. Экология и распространение современных брахиопод. М.: Наука. 1976. 138 с.
6. Зезина О.Н. Современные брахиоподы и проблема батинальной зоны океана. М.: Наука. 1985. 247 с.
7. Зелинская В.А. Брахиоподы палеогена Украины. Киев: Наукова думка. 1975. 148 с.
8. Титова М.В., Фаворская Т.А. О датских краниидах Крыма // Бюлл. МОИП. Отд. Геол. 1983. Т. 58. Вып. 4. С. 101–112.
9. Цейслер В.М., Караулов В.Б., Туров А.В., Комаров В.Н. О местных стратиграфических подразделениях в восточной части Бахчисарайского района Крыма // Известия вузов. Геология и разведка. 1999, № 6. С. 8–18.
10. Шаповалов А.В., Алексеев А.С. О роде *Danocrania* Rosenkrantz, 1964 (*Craniida*, *Brachiopoda*) и его представителях из датского яруса Крыма // Вестник МГУ. Сер. 4. Геология. 1997. № 1. С. 19–27.

*О некоторых особенностях фоссилизации раковин девонских атрипид
(Atrypida, Brachiopoda) Закавказья*

Галимова Т.С. (ФГБОУ ВО МГРИ, mrx.tatiana@gmail.com),*

Курсанова В.С. (ФГБОУ ВО МГРИ, kirnika@mail.ru)

Аннотация

Приведены данные о первых находках кальцита, кварца и пирита в раковинах девонских атрипид Закавказья. Изученные кристаллы, образующие “минеральные ядра” брахиопод, сформировались в несколько этапов на поздних стадиях диагенеза.

Ключевые слова

Фоссилизация, кальцит, кварц, пирит, брахиоподы, атрипиды, девон, Закавказье

Теория

Девонские породы Закавказья отличаются очень богатым и разнообразным комплексом ископаемых остатков, который много лет привлекает внимание палеонтологов. Среди окаменелостей особый интерес представляют брахиоподы отряда Atrypida [5]. Доизучение коллекционного материала позволяет решать вопросы систематики атрипид и особенностей их стратиграфического потенциала [3], изменчивости [8], эпибионтии [6, 7], а в последнее время и деталей процесса их фоссилизации – сложнейшего процесса превращения остатков погибших организмов в окаменелости [1, 2, 9].

Кристаллы обнаружены нами в отложениях зоны Zdimir pseudobaschkirikus – Megastrophia uralensis (эмс) у Atrypa (Atrypa) descrescens Fenton et Fenton (1 экз.); в зоне Dagnachonetes caucasicus – Alatiformia araxica (эйфель) у Desquamatia (Desquamatia) nemkovi Komarov (1 экз.); в зоне Mucrospirifer diluvianoides – Radiomena irregularis (верхний эйфель) у Atrypa (Planatrypa) collega Struve (1 экз.), у Atrypa (Planatrypa) norashenensis Mamedov (1 экз.), у Atrypa (Kyratrypa) culminigera Struve (4 экз.), у Atryparia (Atryparia) instita Copper (1 экз.) и у Atryparia (Atryparia) dispersa (Struve) (1 экз.), у Desquamatia (Independatrypa) mikunovi Komarov (2 экз.), у Spinatrypa (Isospinatrypa) aspera araxica Komarov (1 экз.) и у Gruenewaldtia latilinguis (Schnur) (10 экз.); в зоне Indospirifer pseudowilliamsi (живет) у Pseudoatrypa gjumuschlugensis (Mamedov) (1 экз.); в зоне Adolfia zickzack (фран) у Desquamatia (Independatrypa) subindependensis Komarov (10 экз.), у Spinatrypina (Spinatrypina) comitata Copper (1 экз.); и в зоне Uchtospirifer

subarchiaci – *Cyphoterorhynchus arpaensis* (фран) у *Desquamatia (Seratrypa) abramiana*e Alekseeva et Komarov (7 экз.) и у *Spinatrypina (Exatrypa) robusta* Copper (1 экз.) (рис. 1).

Кальцит (CaCO_3) (от лат. *calcis* – известь), известковый шпат, минерал класса природных карбонатов, является одним из наиболее распространенных минералов, содержащихся в земной коре. Нами наблюдались агрегаты кальцита, сложенные идиоморфными хорошо огранёнными индивидами различной формы. Размер изученных кристаллов яснокристаллического кальцита варьирует от 0,4 до 4,0 мм, но обычно составляет 0,8–2,2 мм. Изученный кальцит характеризуется неоднородной, главным образом желтовато–белой и белой окраской. Встречались также агрегаты зеленовато–жёлтого, бурого и почти чёрного цвета. Нами выявлен кальцит двух генераций. Более ранний кальцит полностью или частично образует “минеральные ядра”. Поздний кальцит, обычно белого цвета, выполняет многочисленные разноориентированные прожилки толщиной 0,5–3,0 мм, которые секут как раковины, так и “минеральные ядра”. Изученный кальцит, по всей видимости, сформировался на поздних стадиях диагенеза, когда его агрегаты вначале образовывали в остаточном пустотном пространстве раковин каёмки инкрустации, а затем обычно полностью его залечивали.

Кварц (SiO_2) является второй по распространённости минерал в земной коре. Размеры изученных кристаллов кварца варьируют от 0,01 до 1,0 мм, но обычно составляет 0,1–0,6 мм. Кристаллы кварца, как правило, находятся на небольшом расстоянии, иногда тесно прилегают друг к другу, образуя агрегаты различного размера. В ряде случаев наблюдались одиночные, различно ориентированные хорошо огранённые индивиды. Кристаллы кварца имеют разнообразную форму – от удлинённой до изометричной. Кварц окрашен различными примесями, которые придают ему серовато–желтый, светло–коричневый, слабодымчатый, тёмно–коричневый или почти чёрный цвет. В ряде случаев очень хорошо заметен жирный блеск кристаллов кварца. Кристаллы низкотемпературного осадочного кварца, возникшие в пустотах раковин, как и почти все структурные формы минералов группы кремнезёма, без сомнения, имеют диагенетическую природу. Из растворов минералы группы кремнезёма выпадают преимущественно в виде коллоидальных частиц. Эти частицы образуют гели, которые, медленно раскристаллизовываясь, дают микрозернистые кристаллики. При дальнейшей кристаллизации и обезвоживании выпавшие первоначально гели переходят в хорошо кристаллизованные крупные минералы, трудно отличимые от имеющих такой же состав минералов магматического происхождения. Первым из коллоидных растворов обычно

выпадает опал, который, медленно кристаллизуясь, переходит в халцедон, а затем в кварц. Осадочный кварц представляет собой конечный продукт кристаллизации выпавшего в осадок кремнезёма.

Пирит (FeS_2) это основной аутигенный железистый минерал карбонатных отложений. В исследованных образцах наблюдался один морфологический тип пирита, представленный отдельными идиоморфными хорошо огранёнными кубическими и октаэдрическими индивидами (с характерной грубой штриховкой, параллельной рёбрам) и яснокристаллическими агрегатами.

Цвет пирита на свежем сколе светлый латунно–жёлтый до золотисто–жёлтого, часто с побежалостью, за счёт образования поверхностной окисной плёнки. Размер изученных монокристаллов обычно варьирует от 0,1 до 1,0 мм, но, как правило, составляет 0,1–0,2 мм. Лишь отдельные из них достигают величины 1,6–2,0 мм. Кристаллы обычно образуют тонкую рассеянную вкрапленность. Они расположены беспорядочно, на различном расстоянии друг от друга. Никакой “сортировки” их по размерам не отмечено. Кристаллические агрегаты от очень небольших, включающих лишь несколько кристаллов, до довольно крупных. Агрегаты изометричной формы достигают размера до 2,3 мм. Удлиненные агрегаты, которые встречались чаще, обычно имеют обычно непостоянную ширину и имеют длину 3,4–6,0 мм.

Кристаллические агрегаты, как правило, сложены идиоморфными хорошо огранёнными кристаллами пирита кубической формы, но встречаются и кристаллы другой формы. Часть кристаллов и агрегатов, безусловно, сформировались внутри раковин, заполнив остаточное пустотное пространство и образовав каёмки инкрустации, и оказались частично обнажены при разрушении раковин. Так у одного экземпляра кристаллический агрегат выходил на поверхность раковины строго в районе комиссуры. Некоторые кристаллы и агрегаты располагаются на поверхности раковин. Пирит в ряде случаев интенсивно лимонитизирован – его кристаллы заключены в лимонитовую рубашку.

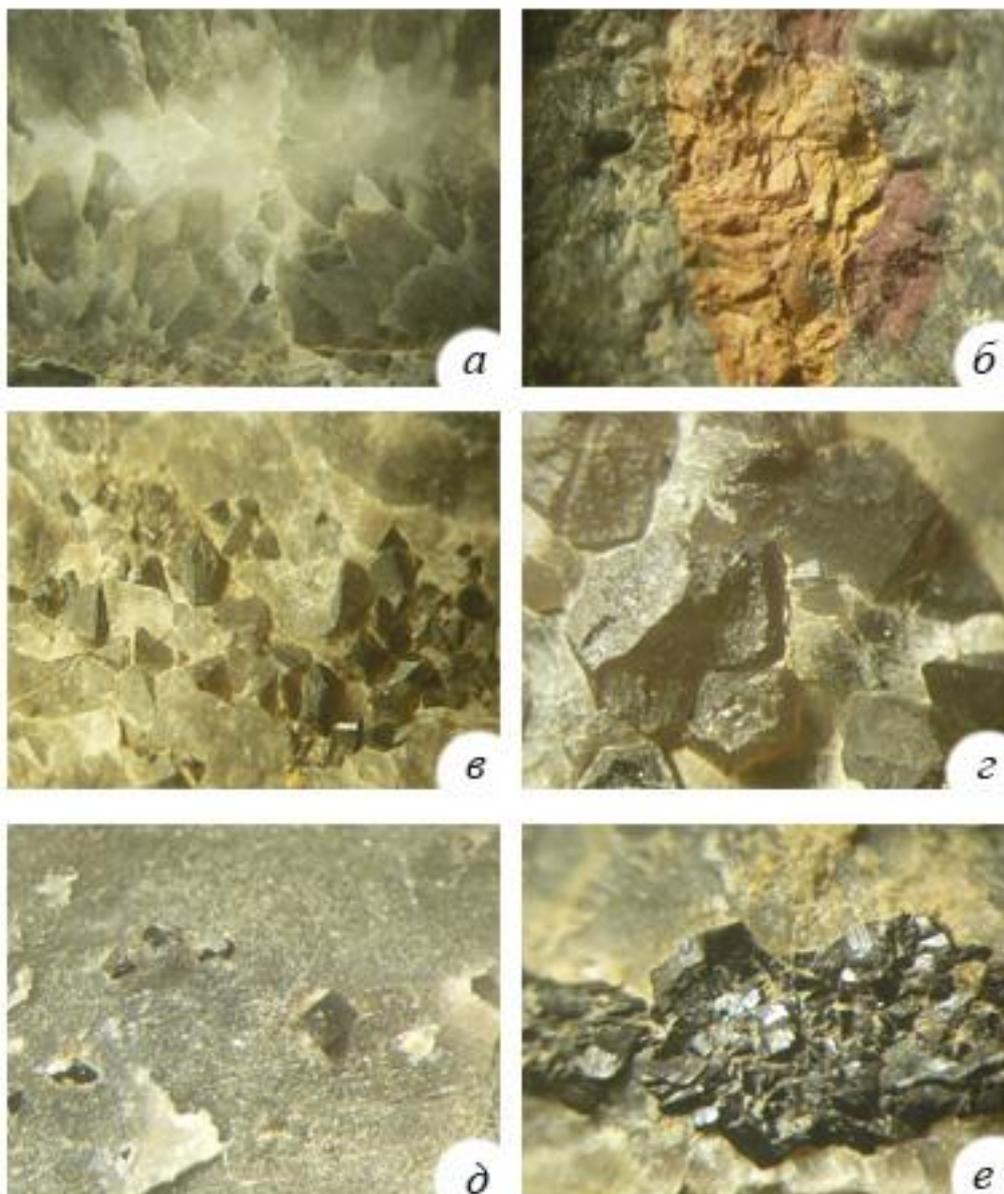


Рисунок 1. Кальцит: а – в раковине *Desquamatia (Seratrypa) abramianae* Alekseeva et Komarov; верхний девон, фран, зона *Uchtospirifer subarchiaci – Cyphoterorhynchus arpaensis*; б – в раковине *Gruenewaldtia latilinguis (Schnur)*; средний девон, верхний эйфель, зона *Microspirifer diluvianoides – Radiomena irregularis*; в – в раковине *Desquamatia (Seratrypa) abramianae* Alekseeva et Komarov; верхний девон, фран, зона *Uchtospirifer subarchiaci – Cyphoterorhynchus arpaensis*; г – в раковине *Atrypa (Planatrypa) college* Struve; средний девон, верхний эйфель, зона *Microspirifer diluvianoides – Radiomena irregularis*; д – в раковине *Desquamatia (Independatrypa) subindependensis* Komarov; верхний девон, фран, зона *Adolfia zickzack*; е – в раковине *Atrypa (Kurtatrypa) culminigera* Struve; средний девон, верхний эйфель, зона *Microspirifer diluvianoides – Radiomena irregularis*. Увеличено.

Выводы

Впервые обнаруженные в раковинах девонских атрипид Закавказья кальцит, кварц и пирит расширяют наши представления о процессах фоссилизации брахиопод.

Библиография

1. Галимова Т.С., Кирсанова В.С., Комаров В.Н. Первые данные о находках кальцита в раковинах девонских атрипид (*Brachiopoda*) Закавказья // *Инновации. Наука. Образование*. 2021. № 42. С. 62–71.
2. Галимова Т.С., Кирсанова В.С., Комаров В.Н. Первые данные о находках пирита в раковинах девонских атрипид (*Brachiopoda*) Закавказья // *Инновации. Наука. Образование*. 2022. № 49. С. 1751–1762.
3. Головастов Д.А., Измайлова А.А., Комаров В.Н. *Spinatrypina* (*Exatrypa*) *laminae* Izmaylova, Golovastov et Komarov – новый вид атрипид (*Brachiopoda*) из отложений зоны *Uchtospirifer subarchiaci*–*Cyphoterorhynchus agracensis* (франский ярус) Закавказья // *Материалы XV Международной научно–практической конференции “Новые идеи в науках о Земле”*. Т. 1: Развитие новых идей и тенденций в науках о Земле: геология, геотектоника, геодинамика, региональная геология, палеонтология. М.: МГРИ, 2021. С. 115–118.
4. Кирсанова В.С., Галимова Т.С., Комаров В.Н. Первые данные о находках кальцита в раковинах девонских атрипид (*Brachiopoda*) Закавказья // *Инновации. Наука. Образование*. 2021. № 42. С. 62–71.
5. Комаров В.Н. Девонские атрипиды Закавказья. М.: Наука. 1997.
6. Комаров В.Н., Измайлова А.А., Головастов Д.А., Гончарова Е.И. Девонские клумбы для животных–мхов и животных–цветов // *Природа*. 2021. № 5. С. 19–24.
7. Комаров В.Н., Измайлова А.А., Головастов Д.А., Гончарова Е.И. Микрокосм девонских микроконхид и корнулитид Закавказья // *Природа*. 2021. № 7. С. 47–54.
8. Кочтыгов Н.С., Вайтиева Ю.А., Головастов Д.А., Измайлова А.А., Попов Е.М., Чужанова А.П., Комаров В.Н. О некоторых итогах изучения изменчивости у атрипид (*Brachiopoda*) из девонских отложений Закавказья // *Материалы XV Международной научно–практической конференции “Новые идеи в науках о Земле”*. Т. 1: Развитие новых идей и тенденций в науках о Земле: геология, геотектоника, геодинамика, региональная геология, палеонтология. М.: МГРИ, 2021. С. 148–151.
9. Орлова Д.С., Бессонова А.Д., Комаров В.Н. Первые данные о находках кварца в раковинах девонских атрипид (*Brachiopoda*) Закавказья // *Инновации. Наука. Образование*. 2021. № 42. С. 468–477.

*Эпибионты на раковинах беззамковых брахиопод из отложений датского яруса
Горного Крыма*
Гонтарь О.А. (ФГБОУ ВО МГРИ, ammonoidea.geo@yandex.ru)*

Аннотация

Приведены данные о новых находках эпибионтов на раковинах краниид *Danocrania tuberculata* (Nilsson, 1826) и *Danocrania polonica* Rosenkrantz, 1964 из датского яруса Горного Крыма. Поселенцы обнаружены лишь на 4,3% проанализированных створок, что свидетельствует о редкости использования эпибионтами раковин краниид в качестве пищи или субстрата.

Ключевые слова

Брахиоподы, *Danocrania*, эпибионты, сверлящие организмы, мшанки, датский ярус, Горный Крым.

Теория

Отложения датского яруса Горного Крыма содержат богатую и разнообразную ассоциацию ископаемых остатков, которые вот уже много лет привлекают самое пристальное внимание специалистов–палеонтологов. В общем комплексе окаменелостей важной группой являются брахиоподы отряда Craniida. Переизучение коллекционного материала позволило обнаружить на поверхности раковин краниид данного региона новые свидетельства поселения эпибионтов. Следует отметить, что детальное изучение эпибиоза чрезвычайно важно при комплексных исследованиях самых различных групп ископаемой донной фауны, на что неоднократно указывалось в публикациях [1, 3, 4, 8–13, 15–18].

Материалом для настоящей работы послужила коллекция краниид, собранная студентами и преподавателями МГРИ в ходе проведения учебной геологической практики в Горном Крыму и частично уже исследованная [2, 5]. Коллекция насчитывает 115 экземпляров (90 брюшных створок и 25 спинных створок), обнаруженных в отложениях датского яруса.

К семейству Craniidae Menke, 1828 относят брахиоподы, имеющие известковую пористую раковину. Кроме родов *Crania* и *Cranicus*, доживших до наших дней и насчитывающих не менее 15 видов, в семейство Craniidae включают от 11 до 14 ископаемых родов, известных из палеозойских, мезозойских и кайнозойских отложений Европы, Азии, Австралии и Северной Америки. Среди краниид нами определён род *Danocrania* Rosenkrantz, 1964. Он насчитывает не менее 9 видов из сеноманского, маастрихтского и датского ярусов России (Крым), Австрии, Австралии, Бельгии, Болгарии, Великобритании, Германии, Дании, Нидерландов, Польши, Украины и Южной Швеции. Среди краниид со следами эпибионтов нами определены *Danocrania tuberculata* (Nilsson, 1826) и *Danocrania polonica* Rosenkrantz, 1964.

Следы сверлений нам удалось выявить на трёх экземплярах *Danocrania tuberculata* – на одной брюшной створке и двух спинных створках. Расположение сверлений различно. На брюшной створке (длина 9,0 мм) след от сверления располагается строго в плоскости симметрии в её центральной части. У одной спинной створки (длина 10,0 мм) сверление наблюдается строго в плоскости симметрии и немного приближено от центра

в сторону заднего края. На другой спинной створке (длина 10,0 мм) след от сверления немного смещён от центральной части створки в сторону переднего края и немного сдвинут от плоскости симметрии в сторону. Следы сверлений являются абсолютно идентичными (что, безусловно, свидетельствует об их одинаковой природе). Они единичные, почти идеально круглые в плане, вертикальные, довольно крупные (диаметром 0,75–0,8 мм), немного сужающиеся по мере углубления, сквозные.

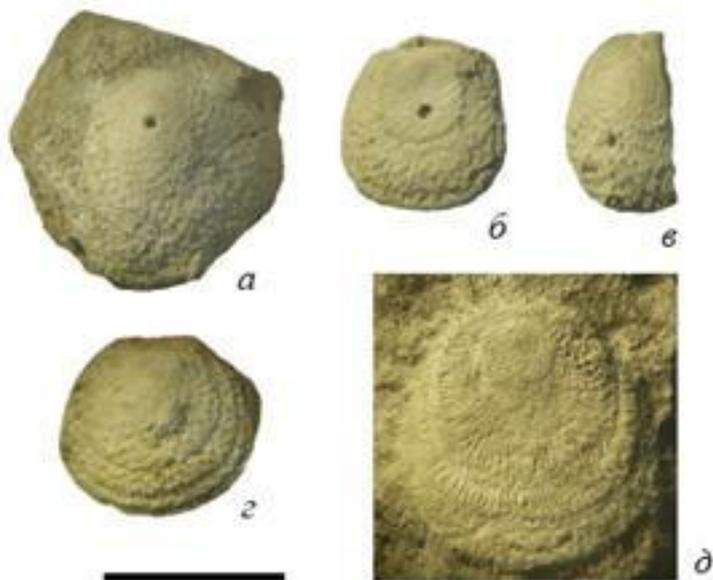


Рисунок 1. Эпибионты на крашниках: а–в – следы сверлений на раковинах *Danocrania tuberculata* (Nilsson, 1826); г – мшанки на раковине *Danocrania tuberculata* (Nilsson, 1826); д – мшанки на раковине *Danocrania polonica* Rosenkrantz, 1964; Юго–Западный Крым, восточная часть Бахчисарайского района; палеоцен, датский ярус. Длина масштабной линейки 1 см.

В биотических отношениях современные (и, по всей видимости, и ископаемые) брахиоподы играют преимущественно пассивную и в большинстве случаев незначительную роль. Добычей хищников (рыб, крабов, морских звёзд, гастропод) они становятся редко. В литературе имеются свидетельства того, что ископаемые брахиоподы подвергались нападению брюхоногих моллюсков – “Плотоядные гастроподы просверливали их раковины, оставляя в них круглые отверстия” [14, с. 153]. С очень высокой степенью вероятности можно считать, что обнаруженные нами отверстия оставили именно хищные гастроподы. Из датских отложений Горного Крыма, помимо брахиопод, указывается обильный комплекс организмов – фораминиферы, губки, одиночные и колониальные кораллы, серпулы, остракоды, крабы, двустворки, скафоподы, наутилиды, мшанки, криноидеи, морские ежи, водоросли. Упоминаются в этом комплексе и гастроподы – *Turritella vialovi* Gorbach, *Companile* sp., *Pleurotomaria* sp. [6].

Следы сверлений на двух спинных створках выглядят естественно, так как данокрании характеризуются прикреплением брюшной створкой в примакушечной части, при котором спинная створка обращена вверх и в первую очередь была объектом атак хищников. Находка сверления на брюшной створке также не должно вызывать удивления. Точечное прикрепление не могло быть очень прочным. Если под влиянием каких-то факторов (биотических или абиотических) раковина оказывалась оторванной от субстрата или просто перевёрнутой, нападению могла подвергнуться и обращённая в сторону от грунта брюшная створка. В А. Зелинская [7], ссылаясь на [6], отмечает, что в

датских породах среди гастропод “есть хищники – натики и церитиумы. Это ими просверлены небольшие круглые отверстия в раковинах краий и теребратулин” [7, с. 44]. Следует, тем не менее, отметить, что в [6] никаких упоминаний о находках натик и церитиумов в датских породах нет. Однако именно хищные натики в первую очередь и могли потенциально сделать эти отверстия (церитиумы являются растительноядными формами и питаются диатомовыми водорослями и растительным детритом).

Мшанки – исключительно колониальные животные, большинство из которых ведёт прикрепленный образ жизни. Для их произрастания необходим твердый субстрат. Мшанки очень чувствительны к чистоте морской воды и могут переносить только очень небольшое количество минеральной взвеси.

Мшанки были обнаружены нами на одной брюшной створке *Danocrania tuberculata* (длина створки 10,0 мм) и на одной брюшной створке *Danocrania polonica* (длина створки 15,5 мм). Расположение колоний мшанок различно. У *Danocrania tuberculata* колония длиной 3 мм наблюдается в центральной части створки вдали от комиссуры. У *Danocrania polonica* колония длиной 3,9 мм инкрустирует заднюю часть створки с края от макушки, располагаясь, таким образом, недалеко от комиссуры. Мшанки явно относятся к разным таксонам, однако для их точной диагностики необходимы прозрачные ориентированные шлифы или использование методов томографии. Обе колонии обрастающие, массивные, прикрепляющиеся к створке всей нижней поверхностью. В любом случае наблюдаемые очень маленькие размеры колоний мшанок свидетельствуют о том, что просуществовали они совсем недолго.

Выводы

Важное значение имеет решение вопроса, прикреплялся ли эпибионт к скелету другого организма при его жизни или уже после гибели. Нападение хищных гастропод на краийид, безусловно, происходило при жизни последних. Поселение мшанок на створке *Danocrania tuberculata* могло быть как прижизненным, так и посмертным (что вероятнее). Прикрепление мшанок к *Danocrania polonica* в непосредственной близости от комиссуры, скорее всего, было прижизненным и позволяло из входящего потока воды получать часть пищи брахиопод. Находки эпибионтов в 40% случаев на брюшной створке, которая в норме должна была быть обращена в сторону грунта, свидетельствует о том, что их раковины могли легко быть перевернуты различными факторами. Точечное прикрепление данокраийид при этом либо нарушалось, либо могло быть сохранено. Поселенцы выявлены лишь на 4,3% проанализированных створок, что свидетельствует о редкости использования эпибионтами раковин краийид в качестве пищи или субстрата.

Библиография

1. Вайтиева Ю.А., Локтионов А.Д., Комаров В.Н. Первые находки представителей рода *Cornulites* Schlotheim (Microconchida, Tentaculita) на раковинах девонских атрипид (Brachiopoda) Закавказья // Инновации. Наука. Образование. 2021. № 26. С. 1043–1051.
2. Волкова Е.А., Качалина М.Д., Комаров В.Н. О новых находках краийид (Craniida, Brachiopoda) в датских отложениях Горного Крыма // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 49. С. 1768–1779.

3. Головастов Д.А., Гончарова Е.И., Комаров В.Н. Первая находка микроконхид (*Microconchida*, *Tentaculita*) на раковинах атрипид (*Brachiopoda*) из зоны *Zdimir pseudobaschkirikus* – *Megastrophia uralensis* (эмский ярус) Закавказья // *Инновации. Наука. Образование*. 2021. № 30. С. 308–313.
4. Головастов Д.А., Измайлова А.А., Комаров В.Н. Первые находки кораллов рода *Aulopora Goldfuss* на раковинах девонских атрипид (*Brachiopoda*) Закавказья // *Инновации. Наука. Образование*. 2021. № 27. С. 1413–1423.
5. Гонтарь О.А., Самохвалов С.А., Комаров В.Н. О новых находках эпибионтов на раковинах *Danocrania tuberculata* и *Danocrania polonica* (*Craniida*, *Brachiopoda*) из датского яруса Горного Крыма // *Инновации. Наука. Образование*. 2022. № 50. С. 186–199.
6. Горбач Л.П. Стратиграфия и фауна моллюсков раннего палеоцена Крыма. М.: Недра. 1972. 152 с.
7. Зелинская В.А. Брахиоподы палеогена Украины. Киев: Наукова думка. 1975. 148 с.
8. Измайлова А.А., Головастов Д.А., Комаров В.Н. Первые находки представителей рода *Palaeconchus Vinn* (*Microconchida*, *Tentaculita*) на раковинах девонских атрипид (*Brachiopoda*) Закавказья // *Инновации. Наука. Образование*. 2021. № 26. С. 1068–1078.
9. Измайлова А.А., Головастов Д.А., Комаров В.Н. Первые находки мшанок на раковинах девонских атрипид (*Brachiopoda*) Закавказья // *Инновации. Наука. Образование*. 2021. № 27. С. 1394–1406.
10. Измайлова А.А., Головастов Д.А., Вайтиева Ю.А., Павлидис С.Б., Гончарова Е.И., Локтионов А.Д., Комаров В.Н. Девонские эпибионты. М.: ООО «ТИИЦ», 2021. 82 с.
11. Комаров В.Н., Измайлова А.А., Головастов Д.А., Гончарова Е.И. Девонские клумбы для животных–мхов и животных–цветов // *Природа*. 2021. № 5. С. 19–24.
12. Комаров В.Н., Измайлова А.А., Головастов Д.А., Гончарова Е.И. Микрокосм девонских микроконхид и корнулитид Закавказья // *Природа*. 2021. № 7. С. 47–54.
13. Комаров В.Н., Павлова Ю.Э., Бушманова Ю.Д. Первая находка эпибионтов на раковинах уральских атрипид // *Природа*. 2022. № 1. С. 60–63.
14. Лихарёв Б.К., Макридин В.П., Ржонсницкая М.А. Отряд *Terebratulida* // *Основы палеонтологии. Мшанки, брахиоподы*. М.: Изд-во АН СССР. 1960. С. 286–305.
15. Локтионов А.Д., Вайтиева Ю.А., Комаров В.Н. Первые данные о следах сверлений на раковинах атрипид (*Brachiopoda*) из девонских отложений Закавказья // *Инновации. Наука. Образование*. 2021. № 26. С. 1058–1067.
16. Павлидис С.Б., Зеленкова И.С., Комаров В.Н. Уникальная находка гирляндного прирастания представителей рода *Cornulites* (*Microconchida*, *Tentaculita*) на раковинах атрипид (*Brachiopoda*) из девонских отложений Закавказья // *Инновации. Наука. Образование*. 2021. № 31. С. 1298–1303.
17. Павлова Ю.Э., Бушманова Ю.Д., Комаров В.Н. Уникальная находка эпибионтов на раковинах *Carinatina arimaspa* (Eichwald, 1840) (*Atrypida*, *Brachiopoda*) из карпинского горизонта (эмский ярус) восточного склона Северного Урала // *Инновации. Наука. Образование*. 2021. № 41. С. 657–669.
18. Павлова Ю.Э., Бушманова Ю.Д., Комаров В.Н. Уникальная находка следов сверления эпибионтов на раковинах *Karpinskia conjugula Tschernyschew*, 1885 (*Atrypida*,

Brachiopoda) из пражского яруса восточного склона Северного Урала // Инновации. Наука. Образование. 2021. № 47. С. 2631–2637.

*Перспективы нефтегазоносности глубоких горизонтов Ямала
Зинатуллина Л.И. * (ИПНГ РАН, zinatullina@ipng.ru)*

Аннотация

Полуостров Ямал является одним из важнейших стратегических центров газоносности Российской Федерации. Представление о геологическом строении глубоких горизонтов претерпевает в последние годы кардинальные изменения, в связи с чем традиционные методики прогнозной оценки ресурсов и проведения поисково-разведочных работ становятся малоэффективными. Проблема освоения углеводородных ресурсов малоизученных глубоких горизонтов Западной Сибири с каждым днем становится все более актуальной. К глубоким горизонтам принято относить отложения нижнесреднеюрского возраста и более древние триасовые и палеозойские (залегающие ниже глубины 4 км, и породы доюрского основания). На исследуемой территории, несмотря на большой объем поискового бурения, очень мало скважин, вскрывших доюрский фундамент.

Ключевые слова

Север Западной Сибири., перспективы нефтегазоносности, отложения палеозоя, триаса, юры; Сорг., Ямал, глубокие горизонты.

Теория

Нижне-среднеюрский, триасовый и палеозойский горизонты изучены слабо на большей части п-ва Ямал. Поэтому целью исследования является формирование базы геолого-геофизических и геохимических данных для оценки перспектив нефтегазоносности нижне-среднеюрских и доюрских комплексов северных районов Западной Сибири, а именно территории полуострова Ямал.

В таблице 1 приведены данные глубоких и сверхглубоких скважинах, которые были пробурены на территории севера Западной Сибири (п-в Ямал).

Образования доюрского возраста на севере Западной Сибири вскрыты на Новопортовском, Восточно-Новопортовском, Усть-Юрибейском, Бованенковском месторождениях, а также на Сюнай-Салинской, Яр-Салинской, Западно-Яротинской, Восточно-Бованенковской и Верхнереченской площадях. На Бованенковском месторождении отложения доюрского возраста вскрыты шестью скважинами и одной скважиной на Восточно-Бованенковском. На Харасавейском и Крузенштернском месторождениях доюрские породы не вскрыты.

Промышленные притоки газа и газоконденсата на Новопортовском месторождении получены из палеозойских карбонатных пород.

Доюрские отложения севера Западной Сибири наиболее детально изучены на Новопортовском месторождении, там они вскрыты 51 поисковыми и разведочными скважинами. Промышленно газоносными оказались карбонатные отложения палеозойского возраста. В скв. 216, кроме газа, получены притоки нефти (около 2 м³/сут.) [1].

Для оценки перспектив нефтегазоносности необходимо исследовать основные геолого-геофизические показатели. Для этого были проведены следующие анализы: тектонический, литофациальный, геохимический и анализ ФЭС пород.



НГО	Площадь	Скважина	Глубина, м	Мощность, м	Возраст	Литологический состав	Тип флюида
Ямальская	Бованенковская	201	3425-3445	20	PZ 2-3	кварцполевошпатовые алевролиты, сильно прокварцованные и выщелоченные алевропесчаники, мраморизованные известняки	газ с пластовой водой и нефтью
		203	3460-3468	8	PZ	песчаники с прослоями алевролитов и аргиллитов, гравелитами, базальными конгломератами., доломиты	пластовая воды с газом и запахом сероводорода., нефть с конденсатом
		116	3349-3380	31	PZ 2-3	плотные глинистые сланцы	
		67	3363-3423	60	T (кора выветривания?)	глинисто-кремнистые породы., кварц, каолин, гидрослюда.	газ
		97	3210-3478	268	C-PZ1	туфоалевролит, сложенный обломками кварца и полевого шпата.	слабое выделение газа
		114	3210-3357,5(?)	147	PZ 1-2 (?)	порфировидный габбро-диабаз, кристаллический, сильно трещиноватый.	притока пластового флюида не получено.
	Восточно-Бованенковское	11	3998-4113	115	T	глинистые мергели, оливин-пироксеновые долерито-базальты	
	Усть-Юрибейская	30, 31	2480-2550	70	D2	песчаники с прослоями алевролитов и аргиллитов, гравелитами, базальными конгломератами., доломиты., кристаллические сланцы	-
	Новопортовская	107, 124, 129, 216, 217, 94, 137,	2486-2940	454	S-D2	карбонатный массив	притоки газа
	Новопортовская	137, 138, 139, 125	2492-3568	1076	PZ	глинистые сланцы, базальты, габбро, кора выветривания зеленосланцевых пород	-

Таблица 1. Глубокие и сверхглубокие скважины на территории севера Западной Сибири.

Тектонический анализ

В современном представлении тектонический фактор играет определяющую роль в реализации процессов, составляющих онтогенез нефти и газа.

По соотношениям гравитационного и магнитного полей прослеживаются грабен-рифтовые зоны и валообразные поднятия. В северной части полуострова оси складок имеют северо-восточный, в южной части северо-западный азимут простирания. В центральной части полуострова, где сформировался крупный тектонический узел в виде вала широтного простирания — Бованенковский мегавал с крупнейшими месторождениями УВ полуострова в меловых, частично юрских отложениях: Бованенковским, Крузенштерновским и Харасавэйским. Эти месторождения контролируются, в основном, валообразными поднятиями фундамента. В южной и северо-западной частях полуострова и на шельфе Карского моря в фундаменте выделяются валообразные поднятия, которые отображаются в осадочном чехле. Гравитационные и магнитные ступени очерчивают выделенные тектонические структуры фундамента. Плотность тектонических нарушений в фундаменте значительно больше, чем в выше залегающих осадочных отложениях [2].

Геохимический анализ

К геохимическим показателям оценки перспектив нефтегазоносности относятся: среднее содержание рассеянного органического вещества (РОВ) (Сорг, %) и тип (состав) рассеянного и концентрированного органического вещества (ОВ). Характеристика ОВ нижнесреднеюрских отложений по степени генерационных возможностей непосредственно на месторождениях Тарминское, Харасавейское и Восточно-Бованенковское дает возможность прогнозировать на глубинах до 3750 м обнаружение нефтяных скоплений (пл. Тарминская, отложения верхов тюменской свиты), ниже (около 4000 м) — газоконденсатнонефтяных (низы тюменской свиты Восточно-Бованенковское).

В ниже-среднеюрских отложениях содержание Сорг достаточно высокое и составляет для глинистых пород в среднем 1,92% (Рис.1). Органическое вещество отложений пл. Харасавейская по данным пиролиза преобразовано гораздо существеннее при увеличении глубины значения Тмах резко возрастают. Поэтому на этой площади уже с глубин 3700 м и ниже можно ожидать чисто газовые скопления.

Отсутствие данных о содержании и геохимической характеристике ОВ триасовых отложений не позволяет оценить нефтегенерационные возможности их на исследуемой территории.

По совокупности геохимических параметров терригенные и карбонатно-терригенные породы палеозоя можно отнести к нефтематеринским толщам.

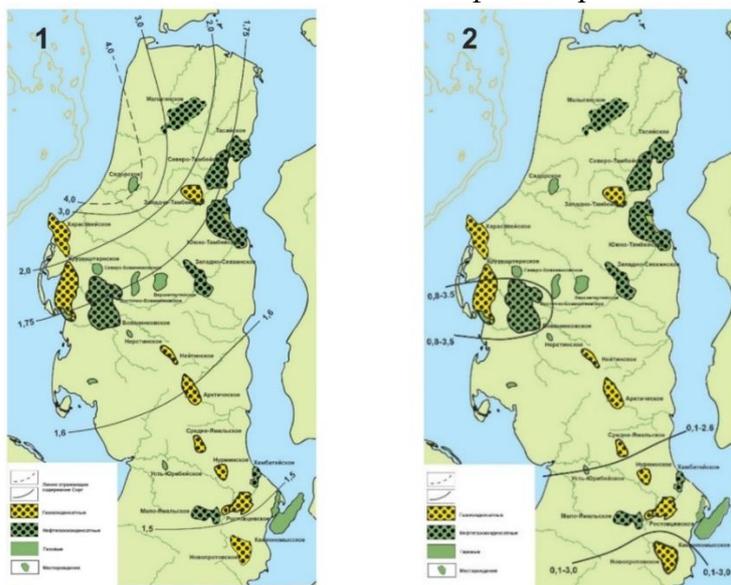


Рисунок 1. Схема Сорг в ниже-среднеюрских отложениях (1) и в отложениях палеозоя (2) по материалам [3]

Литофациальный анализ

Вскрытый разрез доюрских отложений характеризуется разнообразием литологического состава и возраста. Так как песчаники в разрезе присутствуют как в карбоне, девоне, силуре, так и в ордовике и кембрии (плотность песчаников ниже-ордовикского возраста составляет 2,74–2,77 г/см³), можно сделать вывод о наличии в разрезе пород-коллекторов, потенциальных залежей УВ. Зоны развития в разрезе пород-коллекторов перекрыты толщами флюидоупоров.

Анализ ФЕС пород

Высокие значения ФЕС пород, приводимые многими авторами по результатам исследования керна и интерпретации материалов ГИС, существенно влияют на миграционно-аккумуляционные и консервационные факторы прогноза в связи с фрагментарным бурением закономерности ФЕС глубокозалегающих отложений изучены недостаточно детального прогноза нефтегазоносности [6].

ФЕС юрских пород. До глубины 4000–4250 м коллекторы юрского возраста в основном порового типа, ниже вероятно преобладание трещинно-поровых и трещинных разностей. Процессы эпигенеза способствуют снижению проницаемости пород: на Бованенковском месторождении в пластах Ю₆₋₇ — 0,05–0,3 мд. В разрезе юрских отложений лучшие коллекторы установлены в отложениях оксфордского и батского (мальшевский горизонт) ярусов. Кп от 12 до 28%, проницаемость — (0,1–18)·10⁻³ мкм². С глубиной ФЕС юрских пород ухудшаются [1].

ФЕС палеозойских пород, по имеющимся данным, не высокие $K_{п}=1-13\%$ составляя в среднем 5–6%, но вполне достаточны для того, чтобы накапливать и отдавать флюиды. В зависимости от преобладания изменившихся породы процессов здесь выделяются коллекторы трещинные, порово-трещинные, каверново-поровые, каверново-порово-трещинные. Проницаемость, определенная по керну, измеряется первыми миллиардами [4].

Выводы

Для детальной оценки перспектив нефтегазоносности глубокозалегающих отложений полуострова Ямал необходимо создать комплексную модель, включающую каждый из вышеизложенных показателей с последующей разработкой единой концептуальной модели строения и нефтегазоносности полуострова Ямал.

По предварительной оценке, глубокозалегающие отложения юры, триаса, осадочных пород палеозоя и фундамента представляются перспективными на поиски нефти, газа и конденсата и требуется дальнейшее изучение.

Библиография

1. Выделение и картирование по материалам сейсморазведки 2Д и 3Д нефтегазоперспективных объектов в юрских и доюрских отложениях Бованенковского, Харасавэйского месторождений и прилегающих территорий // Отчет ООО «Газпром добыча Надым», Москва, 2009.
2. Зинатуллина Л.И. Формирование базы геолого-геофизических и геохимических данных для оценки перспектив нефтегазоносности глубокозалегающих отложений Ямальского полуострова // Экспозиция Нефть Газ. 2020. №2. С. 10-13. DOI:10.24411/2076-6785-2020-10073.
3. Отчет «Литолого-геохимическое, петрофизическое и геодинамическое обоснование перспектив нефтегазоносности морской части Харасавэйского месторождения» Москва 2004г.
4. Шустер В.Л., Дзюбло А.Д., Пунанова С.А., Самойлова А. В. Новые геолого-геохимические данные оценки перспектив нефтегазоносности глубокозалегающих отложений севера Западной Сибири // Живые и биокосные системы. 2015. №14. С. 1–9.
5. Шустер В.Л., Пунанова С.А. Обоснование перспектив нефтегазоносности юрско-палеозойских отложений и образований фундамента Западной Сибири. Георесурсы. 2016. Т.18. №4. Ч.2. С. 337–345.

***Палеоэкология бентосных фораминифер и позднечетвертичная палеоокеанология
Северной Атлантики***

***Киреенко Л.А. * (Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва,
boda11@yandex.ru),***

***Тихонова А.В. (Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва,
seteonka@gmail.com), Козина Н.В. (Институт океанологии им. П.П. Ширшова
РАН, г. Москва, kozina_nina@bk.ru)***

Аннотация

Акватория северной части Атлантического океана, расположенная на стыке бореальной и арктической областей, является одним из ключевых районов формирования замкнутой системы течений где происходят процессы переноса и обмена тепла между океаном и атмосферой. Благодаря этим взаимодействиям Северная Атлантика является одним из основных компонентов глобальной термохалинной циркуляции и местом активных геологических и биологических работ. Однако, некоторые участки этого района уже долгое время остаются малоизученными, в связи с их недоступностью.

В отложениях Северной Атлантике бентосные фораминиферы массово населяют морское дно и являются надежным индикатором условий и параметров природной среды как в настоящем времени, так и прошлом. Их практическое применение дает большие возможности для исследований четвертичной биостратиграфии, палеоокеанологии и палеогеографии.

Данная работа представляет этапы развития, биостратиграфическое расчленение и реконструкцию палеоокеанологических условий по данным бентосных фораминифер в позднечетвертичных отложениях из колонок Северной Атлантики, отобранных на северо-западной части шельфа Исландии и Великобритании.

Ключевые слова

Бентосные фораминиферы, Северная Атлантика, палеоокеанология

Источники финансирования

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-35-90093.

Теория

Материалом для исследования служили 212 образцов донных осадков из колонок на двух станциях, отобранных в 71-м рейсе НИС «Академик Мстислав Келдыш» осенью 2018 г (Новигатский и др, 2019). Колонки были вскрыты с помощью колонки-мультикорера (МК) и ударной трубы большого диаметра (ТБД) в Датском проливе на северо-западной части шельфа Исландии и на северо-западном шельфе Великобритании (рис. 1). На борту судна произведены первичные исследования донных осадков экспресс-методами (Козина и др, 2021). Для микропалеонтологического и седиментологического

имеет длину 6,25 м, а МК 0,18. Разрез осадков по литологии однородный (карбонатные биогенные пески). В МК и ТДБ станции 5656 определено более 100 видов бентосных фораминифер с известковым и агглютинированным составом раковины. Четких границ изменений численности и содержания видов фораминифер не было обнаружено. Однако, наблюдается смена видового состава комплекса бентосных фораминифер и терригенного материала. В связи с этим, разрез колонки целиком представлен, предположительно, голоценовыми отложениями.

Выводы

Таким образом, сделана первичная микропалеонтологическая характеристика донных осадков в колонках Северной Атлантики. На основе седиментологического и микропалеонтологического анализов удалось выделить палеоокеанологические обстановки и этапы развития Датского пролива и шельфа Великобритании в позднечетвертичное время.

Благодарности

Авторы благодарят руководителя экспедиции С.В. Гладышева, заместителя руководителя экспедиции А.Н. Новигацкого, А.А. Клювиткина, С.М. Исаченко, Г.В. Малафеева и весь научный коллектив за помощь в проведении экспедиции. Авторы выражают особую благодарность капитану и экипажу научно-исследовательского судна "Академик Мстислав Келдыш".

Библиография

1. Киреенко Л.А., Козина Н.В., Тихонова А.В. Палеоэкология и распределение бентосных фораминифер в голоцене в Датском проливе. В сборнике: Комплексные исследования Мирового океана. Материалы VI Всероссийской научной конференции молодых ученых. Москва. 2021. С. 376–377.
2. Козина Н.В., Тихонова А.В., Стародымова Д.П., Алексеева Т.Н., Булохов А.В. Литолого-геохимические и микропалеонтологические исследования донных отложений Северной Атлантики (по материала 71-ого рейса НИС «Академик Мстислав Келдыш»). В сборнике: Комплексные исследования Мирового океана. Материалы VI Всероссийской научной конференции молодых ученых. Москва. 2021. С. 380–381.
3. Новигатский А.Н., Гладышев С.В., Клювиткин А.А., Козина Н.В., Артемьев В.А., Коченкова А.И. Мультидисциплинарные исследования в Северной Атлантике и прилегающей Арктике в 71-м рейсе НИС «Академик Мстислав Келдыш». Океанология. 2019. Т. 59. № 3. С. 510–512.
4. Fatela F., Taborda R. Confidence limits of species proportions in microfossil assemblages. Marine Micropaleontology. 2002. V. 45. P. 169–174.
5. Heinrich H. Origin and Consequences of Cyclic Ice Rafting in the Northeast Atlantic Ocean During the Past 130,000 Years. Quaternary Research. 1988 V. 29. N. 2. P. 142-152.
6. Rasmussen T.L., Thomsen E., Troelstra S.R., Kuijpers A., Prins M.A. Millennial scale glacial variability versus Holocene stability: Changes in planktic and benthic foraminifera

- faunas and ocean circulation in the North Atlantic during the last 60000 years. *Marine Micropaleontology*. 2002. V.47. P. 143–176.
7. Sejrup H. Birks P.B., Kristensen D.K., Madsen H. Benthonic foraminiferal distributions and quantitative transfer functions for the northwest European continental margin, *Marine Micropaleontology*. 2004. V.53. 197–226.
 8. Tikhonova A., Merenkova S., Korsun S., Matul A., Image dataset of common benthic foraminiferal taxa in the North Atlantic seafloor surface sediments (59.5°N transect) between the Labrador Sea and Faeroe-Shetland sill. *Data in brief*. 2019. V.26. P. 104554.

Минералы тяжелой фракции из пород чидвийской свиты рифея как индикаторы источников сноса (Пинежский грабен, Архангельская провинция) Красовская Б.П.* (МГРИ, belendiabe@gmail.com), Ерофеева К.Г. (МГРИ, ИГЕМ РАН), Самсонов А.В. (ИГЕМ РАН), Третьяченко В.В. (АК «АЛРОСА»))

Аннотация

В докладе будут представлены результаты изучения минералов тяжелой фракции и U-Pb датирования зерен детритового циркона из двух проб песчаников чидвийской свиты (рифей), распространенных в пределах Керецкого грабенообразного прогиба Зимнего берега Белого моря.

Ключевые слова

Минералы тяжелой фракции, чидвийская свита, рифей, циркон

Теория

Составы минералов тяжелой фракции терригенных пород позволяют определить источники питающих провинций. Это, в свою очередь, позволяет проводить палеогеографические реконструкции и анализировать эволюцию разных геологических систем.

Объектом настоящей работы стали рифейские терригенные породы, относимые к чидвийской свите (Якобсон и др., 1991). Эти отложения вскрыты скважиной 770 Чидвия, пробуренной на границе Архангельского выступа и Керецкого грабенообразного прогиба на Зимнем берегу Белого моря (Архангельская алмазоносная область), (рис. 1А). В данной скважине, в интервале 867-1390 м, вскрыта толща мелко-крупнозернистых (до грубозернистых и гравелитистых), красноцветных полевошпат-кварцевых песчаников с примесью слюд и темноцветных минералов (Якобсон и др., 1991). В толще присутствуют маломощные прослои бурых и зеленых аргиллитов, которые также встречаются в виде плоских или остроугольно-бесформенных галек. В толще установлена косая слоистость потокового типа и присутствие складок оползания (Черемхина и др., 2008). На поверхности наслоения наблюдаются иероглифы типа трещин синерезиса и микросбросы (Якобсон и др., 1991). Предполагается, что формирование отложений чидвийской свиты происходило в условиях аллювиальных фаций рифтовой долины на фоне высокой тектонической активности, свидетельством чего являются постоянно встречающиеся оползневые текстуры и микросбросы. Красноцветность пород, гидрослюдистый состав глинистой составляющей и наличие участков с ангидритовым цементом указывают на жаркий, аридный климат этого периода (Черемхина и др., 2008).

Для настоящей работы были изучены минералы тяжелой фракции из двух проб, отобранных на разных гипсометрических уровнях скв. 770 – 1090 м (обр. 770-1090) и 1300 м (обр. 700-3). Пробы дробились, а затем материал измельчался на дисковом истирателе до размера –0.25 мм. Далее пробы просеивались через сито с диаметром ячейки –0.1. Оставшаяся фракция (0.25+0.1) разделялась в тяжелой жидкости. Далее тяжелая фракция делилась по магнитной восприимчивости на магнитную, электромагнитную и немагнитную. Морфология минералов тяжелой фракции изучалась в оптике и на сканирующем электронном микроскопе JSM-5610LV в ИГЕМ РАН. Катодоллюминесцентные (CL) изображения зерен циркона были получены в центре коллективного пользования (ЦКП «ИГЕМ-Аналитика») ИГЕМ РАН, Москва, с

использованием рентгеноспектрального микроанализатора Cameca MS-46. U-Pb изотопное датирование циркона проводилось методом LA-ICP-MS в ГИН РАН, Москва.

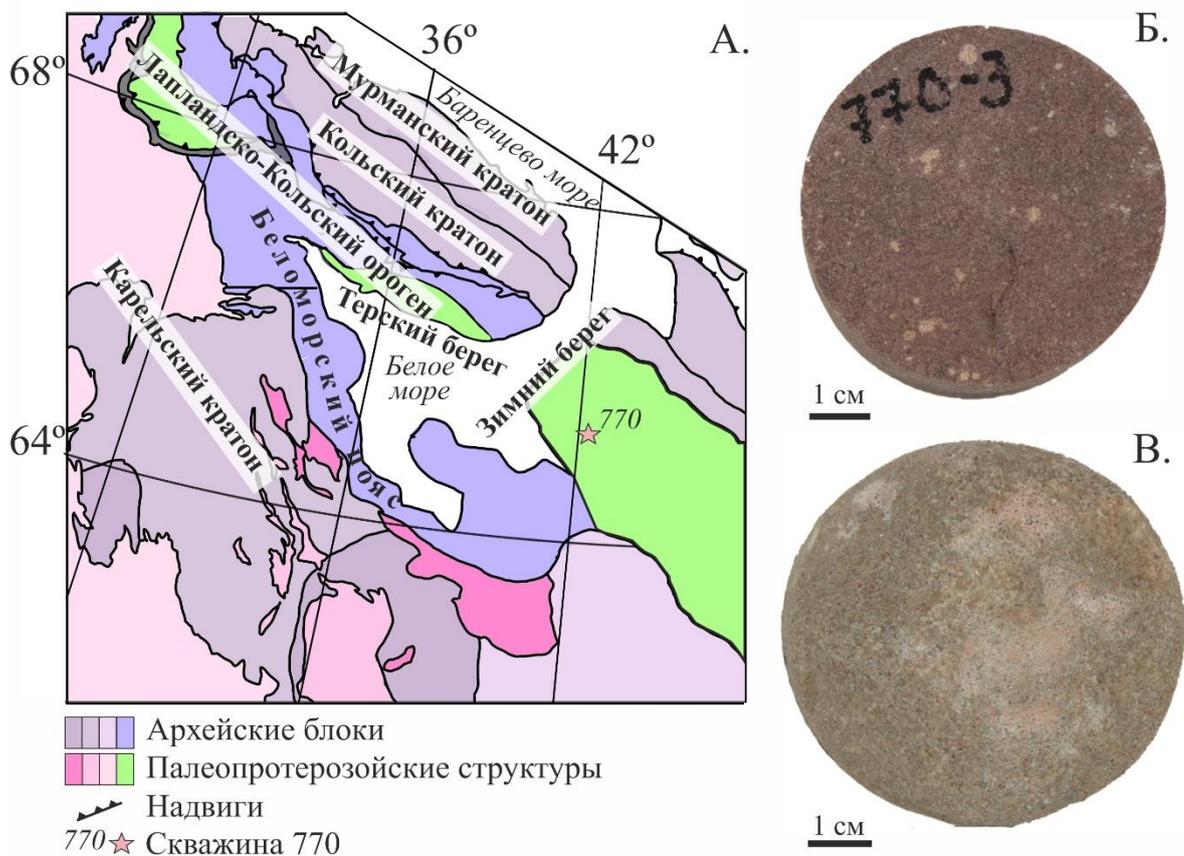


Рисунок 1. А. Схематическая тектоническая карта северной части Восточно-Европейской платформы и Фенноскандинавского щита по (Самсонов и др. 2009). Б. и В. - фотографии изученных песчаников чидвийской свиты: Б. - обр. 770-3, В. - обр. 770-1090.

Образец 700-3 представлен коричневато-красным песчаником с пятнистой текстурой, обусловленной карбонатными стяжениями (рис.1Б). Неравномерно-зернистая структура породы сформирована угловатыми зёрнами кварца, полевых шпатов и, в подчиненном количестве, граната, погруженных в карбонатно-гидрослюдистый цемент (~5%). В породе встречаются единичные лейсты биотита.

Минералы тяжелой фракции представлены гранатом, турмалином, рутилом, монацитом, баритом, цирконом, апатитом и хромшпинелью. Гранаты отличаются по цвету – встречаются розовые и бледно-оранжевые остроугольные обломки с неровной поверхностью сохранившихся граней. Турмалин представлен просвечивающими зёрнами бледно-коричневого до черного цвета округлой формы. Реже встречаются слабо окатанные обломки призматической формы. Монацит представлен зёрнами округлой и эллипсоидной формы желто-оранжевой окраски. Зёрна рутила черно-коричневого цвета с сильным блеском эллипсоидной и длиннопризматической формы, часто с трещинами вдоль удлинения. Зёрна хромшпинели округлые, реже встречаются зёрна с сохранными фрагментами граней октаэдров. Циркон представлен коричневато-серыми прозрачными зёрнами эллипсоидной и короткопризматической формы. Поверхность всех изученных зёрен неровная, шероховатая, ямчатая.

Преобладающая часть зёрен циркона имеет осцилляторное строение. Реже встречаются зёрна с однородным CL свечением или смазанной зональностью. U-Pb

датирование зерен циркона показало широкий набор их возрастов от 1.22 до 3.50 млрд лет с основным пиком в 2.77 млрд лет и менее значимыми пиками 1.99 и 1.91 млрд лет.

Второй менее глубинный образец 770-1090 представлен зеленовато-коричневым песчаником с массивной текстурой (рис. 1В). Структура породы средне-мелкозернистая, неравномернозернистая. Порода состоит из окатанных зерен кварца и полевых шпатов, погруженных в гидрослюдистый цемент (15-20%). Локально в породе развиты зоны рассланцевания с преобладанием гидрослюдистого цемента (до 40%), в котором присутствуют новообразованные листочки биотита, а зерна кварца и полевых шпатов частично перекристаллизованы и имеют предпочтительную ориентировку.

Минералы тяжелой фракции представлены турмалином, рутилом, цирконом и апатитом. Также присутствуют единичные зерна граната, монацита и хромшпинели. Зерна турмалина просвечивающие, бледно-коричневые до черного, представляют собой обломки призматических кристаллов и эллипсоидные зерна. Рутил представлен черно-коричневыми слабо сглаженными обломками длиннопризматических кристаллов и эллипсоидными зернами. Циркон представлен серовато-коричневыми прозрачными зернами короткопризматической и эллипсоидной формы. Короткопризматические зерна имеют сглаженные ребра и вершины. Гранат представлен полупрозрачными обломками зерен от бледно-желтого до оранжевого цвета. Зерна монацита рыже-желтые, округлой формы. Хромшпинель представлена округлыми и эллипсоидными зернами. Поверхность всех изученных зерен неровная, шероховатая, ямчатая.

Изучение циркона в CL-лучах показывает, что большинство зерен характеризуется неоднородной смазанной зональностью, при подчиненном количестве зерен с однородной или осцилляторной зональностью. Многие зерна частично или полностью метамиктны: часто метамиктные участки формируют каймы, реже метамиктные зонки подчеркивают осцилляторное строение циркона. U-Pb датирование зерен циркона показало, что в пробе представлено четыре главных возрастных группы зерен со средними значениями 1.91, 1.99, 2.76 и 2.46 млрд лет при подчиненном количестве зерен с возрастом около 2.10 млрд лет.

Выводы

Схожий состав минералов тяжелой фракции в песчаниках чидвийской свиты, расположенных на разных гипсометрических уровнях, могут указывать на то, что источники сноса не изменялись при накоплении терригенных толщ. Обломки рутила, граната и турмалина могли поступать за счет разрушения метаморфических пород. Хромшпинель, а также найденные в этих породах ранее обломки пироксена и оливина (Якобсон и др., 1991), указывают на размыв источника базитового состава. Зерна монацита могли поступать при разрушении гранитоидов. С уменьшением глубины отмечается уменьшение количества граната, хромшпинели и монацита, что может указывать либо на рециклинг осадочного материала, либо на изменение влияния источников сноса.

U-Pb датирование детритовых зерен циркона двух изученных проб показывает радикальное изменение влияния разных источников сноса при накоплении рифейских толщ: от множества разновозрастных источников на раннем до локальных – на позднем этапе. Наиболее древние преобладающие возрасты 2.77 млрд лет характерны для архейских комплексов кристаллического фундамента Беломорской провинции (Слабунов, 2008). Здесь же широко известны интрузивные тела базитов с возрастом 2.46 млн лет (Stepanova, Stepanov, 2010). Возрасты около 2.0 млрд лет характерны для

кристаллического фундамента Зимнебережной зоны (Самсонов и др., 2009). Наиболее молодые возрастные определения в 1.54 млрд лет соответствуют возрасту гранитов рапакиви Свекофеннского домена (Ларин, 2011), а 1.22 млрд лет – комплексам Свеконорвежского орогена (Johansson et al., 2022). Присутствие в пробе зерен циркона с возрастом 1.22 млрд лет указывает, что формирование вскрытых скважиной 770 нижних горизонтов песчаников чидвийской свиты не может быть древнее конца среднего рифея.

Распределение возрастов детритовых цирконов из красноцветных песчаников чидвийской свиты (обр. 770-3) схоже с таковым в красноцветных песчаниках терской свиты, выполняющих Кандалакшский и Керецкий грабены на Терском берегу Белого моря (Кузнецов и др., 2021).

Благодарности

Авторы выражают благодарность Дубенскому А.С. (ГИН РАН), Левицкой Л.А. и Жиличевой О.Е. (ИГЕМ РАН).

Библиография

1. Кузнецов Н.Б., Балувев А.С., Терехов Е.Н. О времени формирования Кандалакшского и Керецкого грабенов палеорифтовой системы Белого моря в свете новых данных изотопной геохронологии // Геодинамика и тектонофизика. 2021. В. 12. № 3. С. 570–607.
2. Ларин А.М. Граниты рапакиви и ассоциирующие породы. СПб.: Наука, 2011. 402 с.
3. Самсонов А.В., Носова А.А., Третьяченко В.В. и др. Коллизионные швы в раннедокембрийской коре как фактор локализации алмазоносных кимберлитов (север Восточно-Европейского кратона) // ДАН. 2009. Т. 424. № 6. С. 796–801.
4. Слабунов А. И. Геология и геодинамика архейских подвижных поясов (на примере Беломорской провинции Фенноскандинавского щита) / А. И. Слабунов. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2008. 296 с.
5. Черемхина Г.М., Третьяченко В.В. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Листы Q-37-XXIX,XXX. Серия Онежская. Издание второе. Пояснительная записка. Архангельск-СПб, Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2008.
6. Якобсон К.Э., Кузнецова М.Ю., Станковский А.Ф., Третьяченко В.В. и др. Рифей Зимнего берега Белого моря // Советская геология. 1991. №11. С. 44–48.
7. Johansson A., Bingen B., Nuhma H. et al. A geochronological review of magmatism along the external margin of Columbia and in the Grenville-age orogens forming the core of Rodinia // Precam. Res. 2022. In press.
8. Stepanova A., Stepanov V. Paleoproterozoic mafic dyke swarms of the Belomorian Province, eastern Fennoscandian Shield // Precam. Res. 2010. V. 183. P. 602–616.

К вопросу о возрасте недубровской пачки в пограничных пермотриасовых отложениях на востоке Московской синеклизы

***Морковин Б.И. (ПИН им. А.А. Борисяка РАН, prodeo27@yandex.com),
Морковин В.И.* (МГРИ им. Серго Орджоникидзе, shadow453@yandex.com)***

Аннотация

В результате проведенного исследования предполагается, что литологические образования базальной части недубровской пачки были сформированы одновременно во всех исследуемых разрезах. Учитывая находки тетрапод, можно предполагать, что недубровская пачка, находящаяся между двух различных костеносных горизонтов, каждый из которых охарактеризован группировкой *Tupilakosaurus*, имеет раннетриасовый возраст.

Ключевые слова

Московская синеклиза, недубровская пачка, нижнетриасовые отложения

Источники финансирования

Работа поддержана грантом РФФИ №20-05-00092.

Теория

Впервые отложения, получившие название недубровской пачки, в составе вохминской свиты нижнего триаса (Лозовский и др., 2001) были обнаружены геологом А.И. Зоричевой в тридцатые годы прошлого столетия. В долине р. Кичменги, левого притока р. Юг, в обнажениях у деревень Киркино, Кузьмино и Недуброво была встречена своеобразная глинистая толща, составленная переслаиванием зеленовато-серых глин и тонкоплитчатых глинистых песчаников с многочисленными растительными остатками (Зоричева, 1941).

В период проведения геолого-съёмочных работ на территории Московской синеклизы в 60-70 гг. двадцатого века В.Р. Лозовским, у деревни Недуброво, были найдены дисперсные фитолеймы *Podozamites* и *Lepidopteris* (определение И.А. Добрускиной), и А.И. Зоричевой - остатки хвощей, по заключению Э.Н. Кара-Мурза, близких к триасовым *Equizetites* (Строк и др., 1984). В процессе геологического картирования листа Р-38-XXXIV, проведённого геологами: Буслевич А.Л., Андреева Н.Г., Котлукова И.В. и др. в 1975, недубровские отложения были сопоставлены с низами вохминского горизонта нижнего триаса.

Работы по изучению местонахождения Недуброво были возобновлены в 1998 году по инициативе В.Р. Лозовского, при активном участии В.А.Красилова. Результаты, полученные в течение двух полевых сезонов, были обобщены в статье (Лозовский и др., 2001). Приведенные в ней факты свидетельствовали о самостоятельном значении недубровской пачки, как самой нижней составляющей нижней подсвиты вохминской свиты. В работе так же подчеркивалась уникальность недубровской пачки среди других

подразделений нижнего триаса Московской синеклизы по богатству и разнообразию различных групп континентальной биоты.

Расширение исследований и поступление новых данных привели к возникновению острой дискуссии, прежде всего связанной с неопределенностью возраста недубровских отложений и положением пермотриасовой границы. Часть исследователей во главе с В.Р. Лозовским долгое время выступали за отнесение недубровской пачки к нижнему триасу (Лозовский и др., 2011). Сторонники отнесения недубровских отложений к терминальной перми (Голубев, Сенников, 2013), (Сенников, Голубев, 2014), (Арефьев и др., 2016) и другие исследователи последовательно создавали свою аргументацию, сопоставляя недубровскую пачку с отложениями вязниковского горизонта верхней перми.

Таким образом, под давлением новых данных и личных обстоятельств, В.Р.Лозовский был вынужден компромиссно отступить и принять пермский возраст недубровской пачки (Лозовский, 2013; Lozovsky, Korchagin, 2013), (Лозовский, Новиков, 2016), (Лозовский и др., 2016). Однако в 2016 году по его просьбе отряд ПИН РАН под руководством Б.И. Морковина провел рекогносцировочные работы в районе недубровских местонахождений.

На левом берегу р. Кичменги (левый приток р. Юг), под деревней Недуброво, был составлен упрощенный разрез этого местонахождения, где снизу вверх обнажаются:

1. Пестроцветные известковые глины вятского горизонта татарского яруса. В.м: 0,5 м.

2. Глины коричневато-бурые, алевролитистые, слоистые с редкими включениями углистого вещества, в нижней части имеются серовато-коричневые пески и глинистые алевролиты с неясно выраженной косою слоистостью. Среди глин, с размывом в подошве, залегает прослой, состоящий из гравия и конкреций песчаника шаровидной формы ($d > 20 \text{ см}$) с галькой местных пород, на контакте с глинами подстилающего татарского яруса. Аз. пад. – $270^\circ - 310^\circ < 5^\circ$. В.м: 2,5м.

3. Переслаивание глин алевролитов зеленовато-серых, тонкоплитчатых, содержащих включения растительного детрита. В нижней части отдельные прослои окрашены в фиолетово-розовый цвет. В верхней части слоя прослеживается горизонт из светло-серых мергелистых стяжений размером $3 \times 5 \text{ см}$, по всей толще встречены дисперсные фитолеймы, мегаспоры, остракоды и насекомые. В данном слое содержится железисто-кальцитовые смектиты, замещающие золотые частицы пепла, по составу отвечающие базальтам. В.м: 3,5м.

4. Глины буровато-красные, слоистые, известковистые. В нижней части слоя мергелистые конкреции до 5 см. В верхней части слоя выдержанные прослои голубовато-серого алеврита, нижняя поверхность которого клиновидно внедряется в нижележащие глины (трещины усыхания с отчетливыми гипсовыми корочками). В.м: 4,5м.

5. На нижележащих красноцветных глинах со следами размыва, залегают зеленовато-серые полимиктовые пески с линзами гравелитов и конгломератов, составленные галькой уральских пород и местных глин. В составе конгломератов

преобладают гальки магматические уральских пород, размер 2-3см, также здесь встречены кости наземных позвоночных - тупилякозавровой группировки фауны. В.м: 2,5-3м.

Схематический разрез по линии: д. Глебово - д. Недуброво
масштаб: горизонтальный 1:50000
вертикальный 1:200

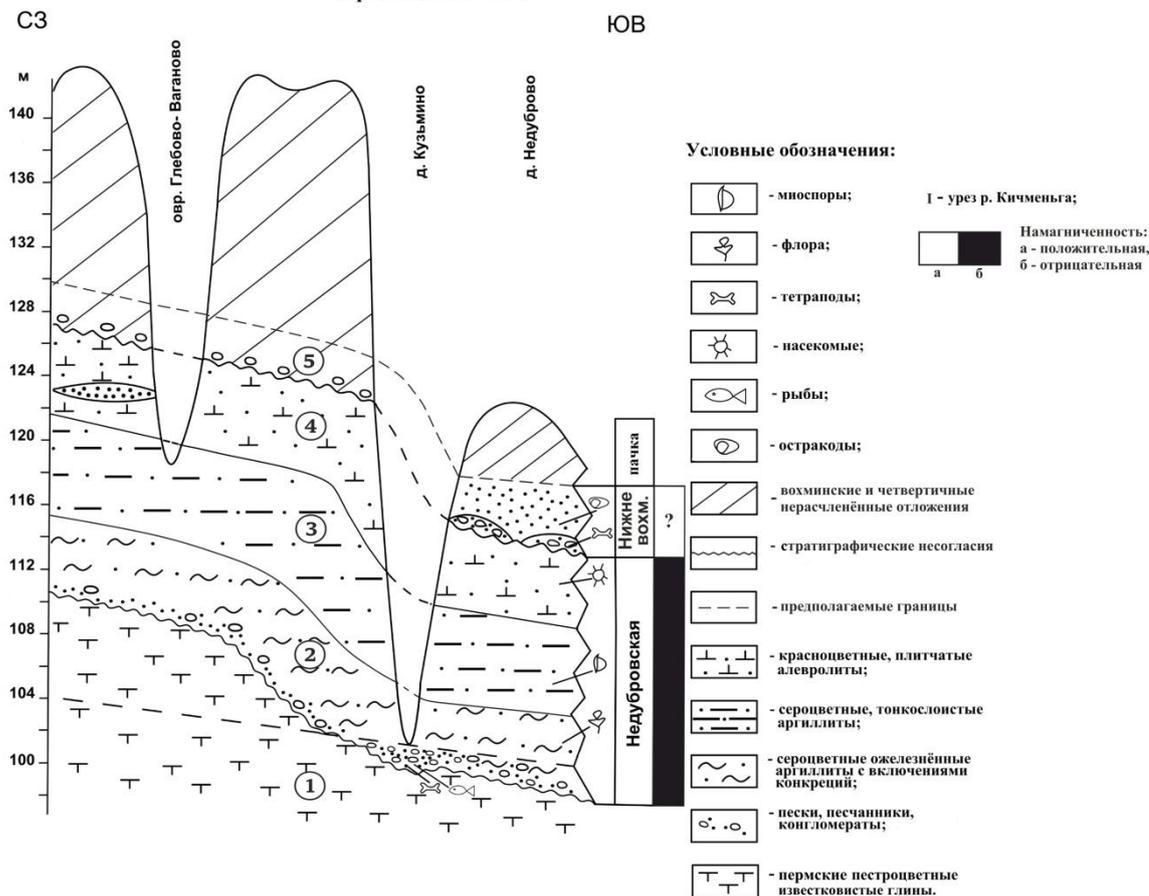


Рисунок 1 Схематический разрез по линии: д. Глебово – д. Недуброво

Разрез был взят за основу проводимых далее корреляций. Следующим этапом стало проведение исследования в крупном овраге, простирающемся в СВ-ЮЗ направлении на протяженности 2,3 км, расположенном между деревнями Глебово и Ваганово, впадающем в р. Кичменга в 5 км к западу от недубровского стратотипа. Здесь было изучено семь поперечных разрезов недубровской пачки, доступных в естественных обнажениях (рис.1). Горизонтальная и вертикальная привязка точек осуществлялась при помощи навигатора модели Garmin 64S.

Снизу вверх по оврагу от реки была установлена последовательность слоёв в коренном залегании на протяженности 900м. Общая мощность разреза составляет 14 м. В разрезе нашли отражение все слои недубровской пачки и подстилающие их вятские отложения, за исключением верхнего слоя 5.

Следующим пунктом наших исследований стало местонахождение наземных позвоночных Кузьмино, расположенное в 1,3 км на запад-северо-запад от разреза Недуброво. В этом местонахождении В.Р. Лозовским, А.В. Миних и М.Г. Миних в 1999

и 2004 годах были найдены покровные кости черепа типично триасовой рыбы *Saurichthys* sp., в том числе чешуи раннетриасового рода *Blomolepis* (?) sp. В дальнейшем триасовый возраст конгломератов этого местонахождения был подтвержден находками рёбер протерозухи *Vonhuenia* и позвонками *Tupilakosaurus*; вместе с неопределёнными останками рептилий (Сенников, Голубев, 2014). Однако вмещающие конгломераты без достаточных оснований были сопоставлены не с базальными слоями недубровской пачки, а с перекрывающими её более молодыми нижевохминскими отложениями, содержащими позвонки *Tupilakosaurus* из вохминской пачки стратотипического местонахождения.

В Недуброво, в слоях, относимых к недубровской пачке, остатки тетрапод не были обнаружены (Лозовский и др., 2001), что подтвердилось и нашими исследованиями. Только в перекрывающих песках сл.5 были найдены остатки *Tupilakosaurus*, указывающие на триасовый возраст последних. Привлечение комплекса тетрапод из местонахождения Кузьмино, для характеристики недубровской пачки, не представляется, по мнению (Сенников, Голубев, 2014), правомерным, т.к. основано на недоказанной корреляции костеносных гравелитов и конгломератов Кузьмино с песчаниками нижней части недубровской пачки.

Слои конгломератов Кузьмино (сл.2) и Недуброво (сл.5) имеют различное с общей геологической структурой гипсометрическое положение. Нижний и верхний слои конгломератов в разрезе, по линии Глебово – Недуброво, располагаются в 10 метрах один над другим.

Нижний конгломератовый слой, наблюдаемый в Недуброво, Кузьмино и в овраге Глебово – Ваганово, составлен наполнителем, состоящим из мелкой (до 1см) гальки и гравия местных пород, преимущественно из нижележащих вятских мергелей. В этом слое присутствуют коричневато-бурые глины с округлыми песчаными конкрециями размером до 20 см. Конгломераты нижнего уровня, выходящие в русле р. Кичменга и представленные в Кузьмино наиболее полно (мощность до 0,6 м), являются стержневой фацией древнего потока, имеющего в разрезе не сплошное, а дискретное линзовидное распространение.

Верхний конгломератовый слой (сл.5) располагается над недубровской пачкой и достоверно известен только в Недуброво. Значительную роль в составе наполнителя здесь играет уральская галька магматических пород размером от 2-3 см до 7 см.

Выводы

Таким образом, мы предполагаем, что литологические образования базальной части недубровской пачки были сформированы одновременно, во всех исследуемых разрезах. Из этого следует, что тождественность костеносных конгломератов из Кузьмино и Недуброво, (Сенников, Голубев, 2014) не соответствует нашим данным (рис.1). Учитывая находки тетрапод, можно предполагать, что недубровская пачка находится между двух различных костеносных горизонтов, каждый из которых охарактеризован группировкой *Tupilakosaurus* и, соответственно, пачка имеет раннетриасовый возраст.

Библиография

1. *Лозовский В.Р., Красилов В.А., Афонин С.А. и др.* О выделении новой пачки в составе вохминской свиты нижнего триаса Московской синеклизы // Бюлл. Региональной межведомственной стратиграфической комиссии по центру и югу Русской платформы. 2001а. Вып. 3. С. 151-163.

О находках зелёных водорослей *Quasilancicula sergaensis* (Lanciculaceae, siphonales) в отложениях нижнего эмса западного склона Среднего Урала
Павлова Ю.Э.* (ФГБОУ ВО МГРИ, uliapavlova2003@gmail.com)
Бушманова Ю.Д. (ФГБОУ ВО МГРИ, Julia25849@yandex.ru)

Аннотация

Приведены общие сведения о зелёных водорослях семейства Lanciculaceae. Изложены данные о новой находке сифоней вида *Quasilancicula sergaensis* (Shuysky, 1973) в отложениях нижнего эмса западного склона Среднего Урала.

Ключевые слова

Зелёные водоросли; *Quasilancicula sergaensis* (Shuysky); эмсский ярус; западный склон Среднего Урала.

Теория

В палеозое на Урале образовался протяжённый субмеридиональный предгорный прогиб с конденсированным типом накопления осадков в осевой части. На западной окраине данной структуры формировалась серия крупных рифовых систем, которая существовала с начала среднего ордовика до среднего девона, замещаясь более молодыми генерациями в западном направлении [3, 5]. Эти рифовые системы тщательно изучены. Существенный вклад в расшифровку их структур и генезиса внёс В.П. Шуйский [6–8]. Для изучения строения ордовикско–раннедевонских рифовых систем учёными используется раннедевонский рифовый комплекс, предоставляющий более полную информацию о данных системах. Активными пороодообразователями комплекса, помимо многочисленных, но проблематичных по таксономии, фистулелл, были разнообразные известковые водоросли, что помогает ученым получить достаточно точную, на данный момент, картину об экосистемах рифов ордовика и раннего девона. На восточном склоне Урала, в районе г. Североуральск, фистулеллы и известковые водоросли образуют массивные тела значительной мощности, которые можно отнести к крупным биогермам.

Значительную часть пороодообразующих известковых водорослей составляют зелёные водоросли, являющиеся пристальным объектом исследований учёных [1, 2, 4, 6, 7, 9, 10]. Общепринятой систематики зелёных водорослей в настоящее время не существует [4]. Все представители отдела зелёных водорослей (Chlorophita), установленные в раннедевонских отложениях западного склона Урала, относятся к группе ценоцических форм, которые объединяются в порядок Siphonales [7]. Центральное место в раннедевонской альгофлоре Урала в связи с особой выразительностью внешней формы, а также относительно частой встречаемостью занимают представители семейства Lanciculaceae. Они распространены в относительно узком стратиграфическом интервале от лоховского яруса до эйфельского яруса включительно, но максимального разнообразия достигают в прагиене и эмсе (тошемский и карпинский горизонты на Урале). Необычайное обилие ланцикулид, как, впрочем, и других водорослей, в нижнем девоне и низах среднего девона на Урале объясняется широким распространением в данном регионе рифовых фаций. Одно из самых крупных скоплений ланцикулид отмечено в известняках пещеры “Дружба” на левобережье реки Серги, что связано, вероятнее всего, с особенно благоприятными условиями

наблюдения, а именно с наличием на обоих этажах этой пещеры обширных полированных поверхностей, смачиваемых водой [7]. Морфология ланцикулид, называемая в литературе ланцикулоидной [4], очень характерна и в порядке Siphonales не имеет аналогов. Подобные формы таллитов наблюдаются только у некоторых дазикладовых из семейства Acetabulariaceae, правда, при совершенно ином внутреннем строении. Слоевище ланцикулид состоит из центрального пучка сифонов, в результате интенсивной минерализации превращённого в рахис – массивный известковый стержень, пронизанный тонкими продольными каналами. Боковые ассимиляционные ответвления распределяются вдоль рахиса в виде регулярных поясковых сгущений, которые после обызвествления превращаются в массивные конические или воронковидные тела – артикулы. Морфологические элементы таллитов ланцикул, по-видимому, довольно полно передают анатомические особенности слоевища. Остаётся неизвестным только строение необызвествлённых дистальных окончаний периферических ответвлений. С самого начала изучения ланцикулид в качестве определяющего видового признака принималась форма артикул в продольных осевых сечениях. Она отличается большим разнообразием. Расширения слоевища бывают конусовидными, воронкообразными, чашеобразными, тарелкообразными и т.д., сильно сближенными, иногда как бы вложенными друг в друга или, наоборот, отстоящими одно от другого, что легло в основу выделения всех уральских таксонов. Полные экземпляры ланцикулид нередко имеют разветвлённую форму. Ветвление у них простое вильчатое, субдихотомическое. Перед разветвлением осевого пучка нитей происходит особенно значительное расширение слоевища. В обеих ветвях сохраняются все признаки вида, но по сравнению с нижней частью растения отдельные элементы слоевища меньше. Общий силуэт слоевища ланцикулид, зависящий от формы артикул и их распределения на рахисе, оказался устойчивым и надёжным признаком. Это, наряду со сравнительно крупными размерами, позволяет довольно легко узнавать ланцикулид не только в шлифах, но даже в образцах. Однако довольно скоро обнаружилось, что применение данного критерия неизбежно ведет к расширенному пониманию видов, а это снижает их стратиграфическую ценность. При существующем подходе разного рода вариации внешней формы таллитов и отдельных элементов внутреннего строения приходится приписывать явлениям внутривидовой изменчивости, хотя морфологические модификации нередко обнаруживают устойчивость во времени и представляют собой достаточно чётко очерченные самостоятельные виды и подвиды. Таким образом, стало ясно, что форма таллитов ланцикул – это признак не видового, а более высокого, родового систематического ранга. Сборным оказался и широко известный род *Lancicula*, установленный В.П. Масловым [1] при обработке коллекции С.В. Максимовой в крековских слоях лохковокого яруса Салаира в районе города Гурьевска. Вместе с ланцикулами здесь были обнаружены и описаны другие сифонеи, в частности *Litanaia*, *Abacella*, *Uva*, *Amicus*, *Paradella*. В совокупности все перечисленные формы стали основой оригинального нижнедевонского комплекса водорослей, о существовании которого до работы В.П. Маслова никто даже не подозревал. Позднее отдельные элементы этого комплекса, и в том числе представители рода *Lancicula*, были выявлены на Алтае, в Зеравшано–Гиссарской горной области, на Вайгаче, Пай–Хое, Урале, а также в Греции (остров Хиос), Австрии (Карнийские Альпы), Италии (Карнийские Альпы), Франции (провинция Котантен), Австралии (штат Новый Южный Уэльс) и Югославии. За прошедшие годы объём рассматриваемого альгокомплекса существенно вырос за счет включения в его состав таких родов, как *Litopora Johnson*, *Albertaporella Johnson*, *Clibeca Poncet*, *Paralancicula Shuysky*, *Circella Schirschova*, *Parmiella Schirschova*, *Botrys Schirschova*, *Lulipora Shuysky* и многих других. Таким образом, имеются все основания

говорить о самостоятельной раннедевонской альгофлоре, честь открытия которой по праву принадлежит В.П. Маслову. Областью наиболее богатого развития этой альгофлоры пока является Урал.

Ланцикулоидной формой строения, так же как, например, сферической, цилиндрической и т.д., обладает не один, а целая группа генетически близких родов. В предварительном варианте ревизии ланцикулид были описаны рода *Lancicula sensu proprio*, *Planolancicula*, *Lepidolancicula*, *Quasilancicula*, *Lanciculella*, *Hasticula*, *Lanciculina*, а также *Voysarella*, *Caucalicula* и *Semilancicula* [4].



Рисунок 1. Зелёные водоросли *Quasilancicula sergaensis* (Shuysky) на естественно отпрепарированной поверхности образца известняка. Длина масштабной линейки 2 см.

Род *Quasilancicula* Shuysky, 1985

Quasilancicula sergaensis (Shuysky, 1973)

Lancicula sergaensis: Шуйский, 1973 а, с. 10, табл. IV, фиг. 2–6; Шуйский, 1973 б, с. 69, табл. XVII, фиг. 4–5, табл. XVIII, фиг. 1–5.

Г о л о т и п – нижний эмс западного склона Среднего Урала, р. Серга. Хранится в отделе палеонтологии и стратиграфии Уральского геологического музея, № п–215/26, шлиф 435 (1).

О п и с а н и е (рис. 1). Слоевище с периодически развивающимися почти непрерывно одно за другим расширениями симметричной чашеобразной или чашеобразно–конической формы, слабо рассечёнными на сегменты. Дистальные края расширенных участков зубчатые, с наружной поверхности покрытые тонкими бороздками. Наибольшая толщина чашеобразных участков слоевища вблизи осевого пучка сифонов. Диаметр расширенных участков составляет 4,0–5,0 мм.

Для данного вида характерно простое вильчатое ветвление слоевища под углом 45–50°. Нами ветвление слоевища не наблюдалось. Длина слоевища с пятью чашеобразными расширениями 20,0 мм. Спорангии не зафиксированы.

Р а с п р о с т р а н е н и е. Нижний эмс западного склона Среднего и Южного Урала.

М а т е р и а л. Один образец известняка с многочисленными остатками зелёных водорослей хорошей сохранности. Западный склон Среднего Урала, правый берег реки Серга южнее посёлка Атиг (сборы В.Н. Комарова 15 августа 1997 г).

Выводы

В ходе исследования при установлении вида были выявлены различия с иными представителями рода, к которому был отнесен данный образец. Описываемый вид отличается развитием учащенных расширений правильной чашеобразно-конической формы, меньшим числом сифонов и более мелкими размерами всех деталей строения слоевища. Однако стоит учесть, что точное определение водорослей возможно лишь при изучении массового материала в прозрачных шлифах. Но и в этом случае, если окаменелости представлены лишь поперечными и косыми сечениями, идентифицировать их подчас невозможно даже с точностью до рода. Необходимы продольные близосевые сечения. Таким образом, определение, сделанное только по одному образцу (пусть и хорошей сохранности), можно считать предварительным.

Библиография

1. Маслов В.П. Ископаемые известковые водоросли СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1956. 300 с.
2. Павлова Ю.Э., Бушманова Ю.Д., Комаров В.Н. Новые данные о находках зелёных водорослей *Quasilancicula sergaensis* (Shuysky, 1973) (Lanciculaceae, Siphonales) из нижнего эмса западного склона Среднего Урала // *Инновации. Наука. Образование*. 2021. № 45. С. 487–496.
3. Чувашов Б.И. Рифовые системы Уральского подвижного пояса и эволюция рифообразующих биот. Рифогенные формации и рифы в эволюции биосферы. М.: ПИН РАН, 2011. С. 71–115.
4. Чувашов Б.И., Лучинина В.А., Шуйский В.П. и др. Ископаемые известковые водоросли. Морфология, систематика. Методы изучения. Новосибирск: Наука, 1987. 225 с.
5. Чувашов Б.И., Сенников Н.В., Анфимов А.Л., Бахарев Н.К., Изох Н.Г. Девонские рифогенные образования Урала и смежных территорий Восточно-Европейской платформы и западной Сибири // *Литосфера*, 2015, № 4, с. 43–61.
6. Шуйский В.П. Водоросли рода *Lancicula* из нижнего девона Урала // *Материалы по палеонтологии среднего палеозоя Урало-Тяньшанской области*. Свердловск, 1973 а. С. 3–17.
7. Шуйский В.П. Известковые рифообразующие водоросли нижнего девона Урала. М.: Наука, 1973 б. 156 с.
8. Шуйский В.П. Верхнесилурийский и нижнедевонский рифовые комплексы западного склона Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1983. 83 с.
9. Шуйский В.П., Патрунов Д.К. Известковые водоросли нижнего и среднего девона юга Новой Земли. М.: Наука, 1991. 80 с.

10. Шуйский В.П., Чувашов Б.И. Морфологические типы эпифитоновых водорослей и их стратиграфическое распространение. Ежегодник–1997. Екатеринбург: ИГиГ УрО РАН, 1998. С. 31–35.

*О ракоскорпионе *Eurypterus tetragonophthalmus* (Merostomata, Eurypteroidea) из
силурийских отложений Эстонии*

Смирнов П.В. (ФГБОУ ВО МГРИ, sir-paul.smirnov@yandex.ru),
Каратеев И.Г. (ФГБОУ ВО МГРИ, volcharski@gmail.com)*

Аннотация

Приведено описание образца, насчитывающего порядка 70 фрагментов, принадлежащих шести особям ракоскорпионов *Eurypterus tetragonophthalmus* Fischer, 1839 из силурийских отложений Эстонии. Выполненная реконструкция показала, что размеры животных варьировали от 7,0 до 10,2 см и принадлежали молодежи эвриптерид. По всей видимости, все изученные остатки образовались в процессе линьки членистоногих, а не при захоронении самих организмов. В пользу этого могут свидетельствовать фрагментарность остатков панцирей, их небольшие размеры и отсутствие следов передвижения артропод на поверхности породы.

Ключевые слова: эвриптероидеи, *Eurypterus tetragonophthalmus*, силур, Эстония.

Теория

Эвриптероидеи или ракоскорпионы относятся к подклассу ископаемых членистоногих из класса меростомовых (подтип Chelicerata), насчитывающему около 250 видов [1–16]. Эвриптероидеи существовали практически в течение всего палеозоя (ордовик–пермь). Расцвет ракоскорпионов приходится на силурийский и девонский периоды. Ранние формы обитали на мелководье в морях нормальной солёности. С каменноугольного периода (около 325–299 млн. лет назад) большая их часть перешла к жизни в лагунах с повышенной и пониженной солёностью, а также в бассейнах с пресной водой.

Род *Eurypterus* de Kay, 1825, входящий в состав семейства Eurypteridae Burmeister, 1843, является наиболее известным и самым хорошо изученным представителем эвриптероидей. Его образцы составляют, по всей видимости, более 90% всех известных находок. Многие из этих окаменелостей являются сброшенными экзоскелетами, а окаменелости собственно погибших *Eurypterus* встречаются реже. Род *Eurypterus*, как и всё семейство Eurypteridae, известны только из силурийских отложений.

Род *Eurypterus* включает порядка 16 видов, известных из силура Эстонии, Швеции, Норвегии, Англии, Шотландии, Румынии, Молдавии, Украины, США, Канады и ряда других регионов.

Родовое название род получил от греч. euryus – “широкий” и pteron – “крыло”, здесь указание на плавательные конечности. Это название – “ширококрылые”, естественно, применимо и в целом к подклассу.

Первая окаменелость *Eurypterus* была обнаружена коллекционером ископаемых С.Л. Митчиллом в 1818 г. Голотип был извлечён из формации Берти в Нью-Йорке (недалеко от города Уэстморленда, округ Онейда). С.Л. Митчилл интерпретировал придатки на панцире как усики, образующиеся у рта, поэтому он идентифицировал ископаемое как представителя рода обыкновенные сомы – *Silurus*. Только через семь лет, в 1825 г., американский зоолог Д. Эллсворт де Кей правильно определил ископаемое как членистоногое.

Он назвал его *Eurypterus remipes*. Однако Д. Эллсворт де Кей считал, что *Eurypterus* относится к бранхиоподам – жаброногим, наиболее примитивным из современных ракообразных. Вскоре, также в Нью-Йорке, в 1835 г. палеонтологом Р. Харланом был обнаружен *Eurypterus lacustris*. Другой вид был найден в Эстонии в 1858 г. Я. Немсковски. Он посчитал, что также обнаружил вид *Eurypterus remipes* (в настоящее время он известен как *Eurypterus tetragonophthalmus*). Экземпляры из Эстонии часто имеют исключительную сохранность. На них можно непосредственно обнаружить кутикулу (многослойную внешнюю структуру, формирующую экзоскелет). В 1898 г. шведский палеонтолог Г. Холм отделил эти окаменелости от породы кислотами. Он смог исследовать почти полностью сохранившиеся фрагменты под микроскопом, что привело к настоящему прорыву в изучении морфологии эвриптероидей. В последующие годы было обнаружено много окаменелостей в районе Нью-Йорка, а также повсюду в восточной части Евразии и Северной Америки.

До недавнего времени эвриптерид считали относящимися к классу Merostomata вместе с отрядом мечехвостов (*Xiphosura*). В настоящее время считается, что эвриптериды являются сестринской группой паукообразных (*Arachnida*) и что они ближе к скорпионам и паукам, чем к мечехвостам.

Eurypterus был первым признанным таксонам эвриптерид и, как уже было отмечено, является самым распространённым. Как следствие, почти каждый отдалённо напоминающий *Eurypterus* образец в XIX веке был отнесён к этому роду (за исключением отличающихся представителей семейств *Pterygotidae* и *Stylonuridae*). Впоследствии основной род был подразделён на несколько родов.

В 1958 г. ряд видов, различимых более близко расположенными глазами и шипами на плавательных ногах, были выделены Э. Кьеллесвигом в качестве рода *Europterus*. В 1973 г. Л. Стормер на основе размера и морфологии последних сегментов их плавательных ног предложил рассматривать некоторых *Eurypterus* в качестве самостоятельного рода *Valtoeurypterus*. О.Э. Тетли в 2006 г. счёл эти отличия слишком незначительными и связанными с возрастной изменчивостью. Он посчитал *Valtoeurypterus* младшим синонимом *Eurypterus*.

Эвриптероидеи были крупнейшими членистоногими, которые когда-либо существовали. Наибольший известный вид *Jaekelopterus rhenaniae* достигал 2,5 м в длину. Однако виды рода *Eurypterus* были намного меньше. В среднем их длина составляла от 13,0 до 23,0 см. Самый крупный экземпляр *Eurypterus remipes*, который когда-либо был найден, составлял 1,3 м в длину.

В сентябре 2020 г. в богатейшем запасном фонде окаменелостей, хранящихся на кафедре палеонтологии и региональной геологии МГРИ был обнаружен очень интересный образец глинистого известняка с многочисленными остатками эвриптероидей [1]. Длина образца составляет 26,0 см.

Данный экземпляр никогда ранее не использовался в учебном процессе. На этикетке содержалось лишь указание на то, что он обнаружен в силурийских отложениях Эстонии. Это позволяет предположить, что эвриптероидеи, по всей видимости, относятся к виду *Eurypterus tetragonophthalmus* Fischer, 1839, который известен только по находкам из Эстонии и Украины. Обнаруженный экземпляр имеет большое методическое и познавательное значение.

На изученном образце горной породы наблюдается порядка 70 фрагментов, все из которых, судя по всему, принадлежат хитиновым панцирям ракоскорпионов (рис. 1). Среди них выделяется один остаток самой хорошей сохранности, представленный фрагментом панциря. В его составе сохранилась головогрудь (просома), опистосома, представленная мезосомой и фрагментом метасомы (не менее пяти сегментов) и

фрагмент тельсона. На головогрудь наблюдаются ходильные ножки и две педипальпы (одна из которых хорошей сохранности). На данном экземпляре удалось наблюдать даже метастому – одиночную овальную пластину, расположенную в опистосоме между основанием шестой пары отростков просомы. Считается, что она функционировала, как часть структур, необходимых для питания животного. Из других опознаваемых объектов можно отметить ещё один достаточно полный фрагмент панциря, представленный опистосомой (шесть сегментов) и тельсоном. Кроме того были дополнительно зафиксированы два фрагмента головогрудь и два тельсона. Следы передвижения эвриптерид на поверхности напластования не обнаружены. Таким образом, можно уверенно говорить о том, что на образце горной породы сохранились остатки не менее шести особей ракоскорпионов.

Рисунок 1. Глинистый известняк с остатками *Eurypterus tetragonophthalmus* Fischer, 1839;



силур Эстонии. Длина масштабной линейки 5 см.

Выводы

Имеющийся материал (головогрудь и тельсон) был использован нами для реконструкции с использованием метода аналогии размеров особей, фрагменты скелетов которых оказались в породе. Несложные расчёты показали, что размеры животных составляли 7,0 см; 8,6 см; 9,8 см; 10,1 см; 10,2 см. Как уже было отмечено ранее, виды рода *Eurypterus* в среднем достигали в длину от 13,0 до 23,0 см. Таким образом, можно предположить, что изученные окаменелости принадлежали молодежи ракоскорпионов.

По всей видимости, все изученные остатки образовались в процессе линьки членистоногих, а не при захоронении самих организмов. В пользу этого могут свидетельствовать фрагментарность остатков панцирей, их небольшие размеры и отсутствие следов передвижения артропод на поверхности породы.

Библиография

1. Смирнов П.В., Каратеев И.Г., Комаров В.Н. О редком образце *Eurypterus tetragonophthalmus* (Merostomata, Eurypteroidea) из силурийских отложений Эстонии // *Инновации. Наука. Образование*. 2021. № 42. С. 494–502.
2. Andrews H.E., Brower J.C., Gould S.J., Reymont R.A. Growth and variation in *Eurypterus remipes* DeKay // *Bull. Geol. Inst. Upsala*. 1974. No 4 (6). P. 81–114.
3. Braddy S.J., Dunlop J.A. The functional morphology of mating in the Silurian eurypterid, *Baltoeurypterus tetragonophthalmus* (Fischer, 1839) // *Zoological Journal of the Linnean Society*. 1997. No 120 (4). P. 435–461.
4. Braddy S.J., Almond J.E. Eurypterid trackways from the Table Mountain Group (Ordovician) of South Africa // *Journal of African Earth Sciences*. 1999. No 29 (1). P. 165–177.
5. Brezinski D.K., Kollar A.D. Reevaluation of the Age and Provenance of the Giant *Palmichnium kosinskiorum* Eurypterid Trackway, from Elk County, Pennsylvania // *Annals of Carnegie Museum*. 2016. No 84 (1). P. 39–45.
6. Lamsdell J.C., Braddy S.J., Tetlie O.E. Redescription of *Drepanopterus abonensis* (Chelicerata: Eurypterida: Stylonurina) from the late Devonian of Portishead, UK // *Palaeontology*. 2009. No 52 (5). P. 1113–1139.
7. Lamsdell J.C., Braddy S.J., Tetlie O.E. The systematics and phylogeny of the Stylonurina (Arthropoda: Chelicerata: Eurypterida) // *Journal of Systematic Palaeontology*. 2010. No 8 (1). P. 49–61.
8. Selden P. Autecology of Silurian Eurypterids // *Special Papers in Palaeontology*. 1999. No 32. P. 39–54.
9. Tetlie O.E. Two new Silurian species of *Eurypterus* (Chelicerata: Eurypterida) from Norway and Canada and the phylogeny of the genus // *Journal of Systematic Palaeontology*. 2006. No 4 (4). P. 397–412.
10. Tetlie O.E., Van R.P. A reappraisal of *Eurypterus dumonti* Stainier, 1917 and its position within the Adelophthalmidae Tollerton, 1989 // *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*. 2006. No 76. P. 79–90.
11. Tetlie O.E. Distribution and dispersal history of Eurypterida (Chelicerata) // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2007. No 252 (3–4). P. 557–574.
12. Tetlie O.E., Cuggy M.B. Phylogeny of the basal swimming eurypterids (Chelicerata; Eurypterida; Eurypterina) // *Journal of Systematic Palaeontology*. 2007. No 3. P. 345–356.
13. Tetlie O.E., Rábano I. Specimens of *Eurypterus* (Chelicerata, Eurypterida) in the collections of Museo Geominero (Geological Survey of Spain), Madrid // *Boletín Geológico y Minero*. 2007. No 118 (1). P. 117–126.
14. Tetlie O.E. *Hallipterus excelsior*, a Stylonurid (Chelicerata: Eurypterida) from the Late Devonian Catskill Delta Complex, and Its Phylogenetic Position in the Hardieopteridae // *Bulletin of the Peabody Museum of Natural History*. 2008. No 49 (1). P. 19–30.
15. Tetlie O.E., Briggs D.E.G. The origin of pterygotid eurypterids (Chelicerata: Eurypterida). *Palaeontology*. 2009. No 52 (5). P. 1141–1148.
16. Vrazo M.B., Ciarra Jr., S.J. New trace fossil evidence for eurypterid swimming behaviour. *Palaeontology*. 2017. No 61 (2). P. 235–252.

*О проблематичных находках клешней омаров (*Decapoda, Nephropidae*) из нижнего мела Крыма*

Ульшин М. А. (МБОУ «Научненская СОШ», may.ulshin@Yandex.ru)*

Аннотация

В данной работе представлены находки нового для Крыма морфотипа клешней ископаемых омаров из разрезов верхнего валанжина и нижнего готерива (ранний мел) на склоне горы Резаная (Крым, Бахчисарайский район, п. Верхоречье) и обсуждаются возможности их таксономической принадлежности.

Ключевые слова: Крым, гора Резаная, валанжин, готерив, *Decapoda*, *Nephropidae*

Теория

Разрез валанжина и нижнего готерива на г. Резаная – часть опорного верхореченского разреза нижнего мела – давно изучается палеонтологами, используется для практики студентов-геологов МГРИ и МГУ. Однако встречающимся там остаткам ракообразных уделялось мало внимания: впервые их находки были зафиксированы лишь в 1974 г. [3]. В 2005 г. вышла монография И. В. Ильина, где вновь были описаны находки декапод из этого разреза, уже с фотографиями. Новых видов описано не было, а один вид – *Orhomalus tombecki* – был опущен без комментариев [2]. В 2013 году Б. Т. Янин и Е. Ю. Барабошкин в статье о следах нор *Thalassinoidea* Крыма, в частности, описали норы из рассматриваемого разреза; один фрагмент норы содержал остатки клешни омара. [4]

В 2020-2021 гг., изучая осыпи пород зоны *Teschinites callidiscus* верхнего валанжина IV пачки указанного разреза (здесь и далее – деление по Барабошкину и др. [1]), автор собрал в общей сложности около 30 образцов декапод. Большая их часть относится к уже известным отсюда видам: омарам *Noploparia dentata* (Roemer, 1841) и ракам-отшельникам *Palaeoragurus coultoni* (Tribolet, 1874). Однако кроме них попались три очень сходных образца клешней необычного строения, которые морфологически нельзя отнести ни к одному из ранее известных крымских видов декапод. Кроме того, автор получил письменные сообщения палеонтолога-любителя Я. В. Кувшинова о находках аналогичных образцов из той же пачки, а также из нижнеготеривской пачки VII с приложенными фото. Общая форма клешней и характер гетерохелии позволяют прийти к предварительному выводу о том, что они принадлежали представителям семейства *Nephropidae* (Dana, 1852) (омары).

При этом оказалось, что у Ильина есть изображение ладони проподита аналогичной клешни (табл. IV, фиг. 3) [2], где он подписан как мероподит *Noploparia dentata*. Это ошибка: достаточно сравнить его с изображениями *N. dentata*, приведенными Столлем [8]. Мероподит этого вида гладок, в то время как образец на фото у Ильина имеет крупные шипы и кили. Эта ошибка привела к неверному описанию мероподита *N. dentata* в его монографии (видимо, из-за отсутствия настоящих образцов мероподитов этого вида).

Ниже приведено краткое описание с реконструкцией, и фотографии образцов; терминология строения клешней – по Левицкому [3].

Краткий диагноз строения клешней

Семейство Nephropidae (Dana, 1852)

Nephropidae gen. et sp. indet.

Ярко выражена гетерохелия: одна из пары клешней (дробительный тип, далее – А) – широкая, с короткими, крепкими пальцами, вооружёнными гладкими, широкими зубцами; другая (режущий тип, далее – Б) – узкая, с более короткой ладонью, длинными, прямыми и тонкими пальцами, снабженными редкими тонкими шипиками на режущей кромке. На рис. 1, фиг. 6 представлена реконструкция строения клешней, основанная на всех известных образцах. Следует отметить, что, как и у большинства нефропид, характер орнаментации ладоней проподитов обоих типов одинаков, различны лишь их общая форма и пропорции. При этом их орнаментация и форма весьма необычны: такое сочетание рядов крупных шипов и чётко отграниченных краевых килей встречается лишь у немногих нефропид (см. ниже). Индивидуальная изменчивость среди изученных образцов слабая.

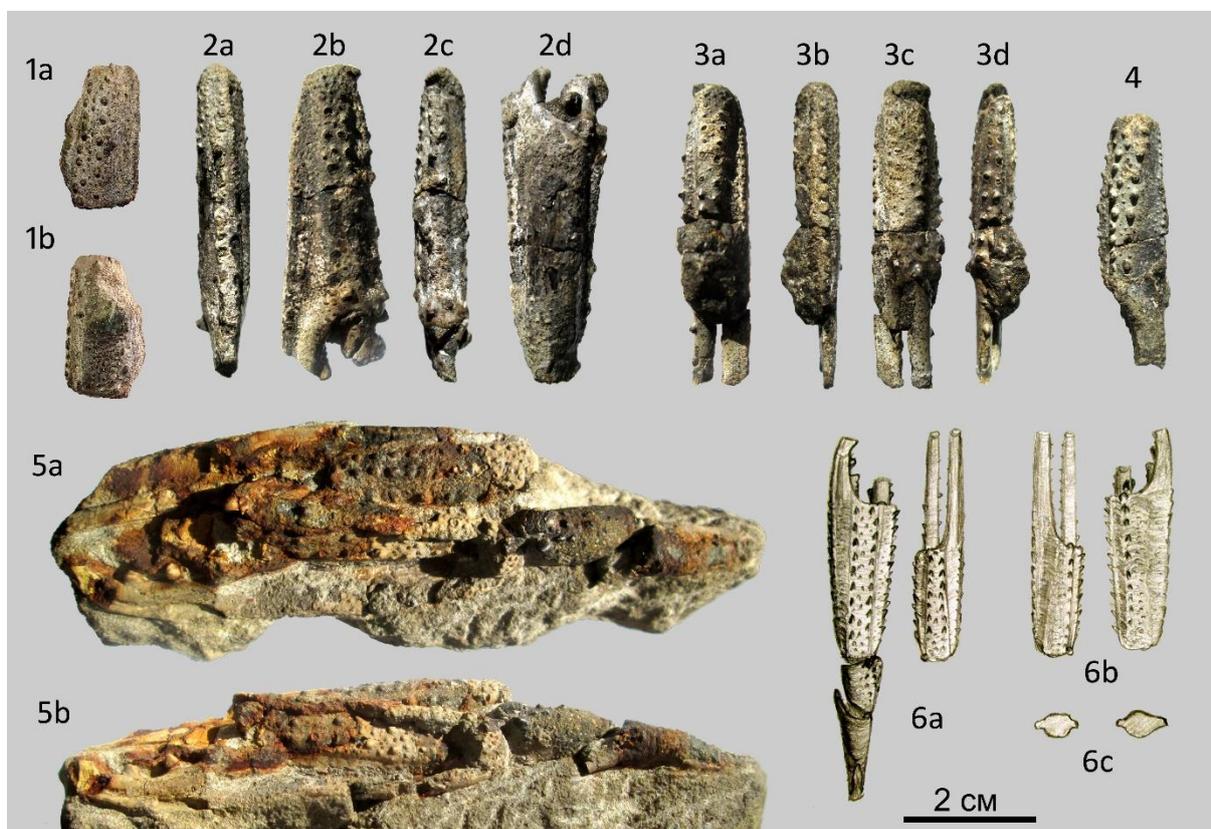


Рисунок 1. Образцы клешней *Nephropidae* gen. et sp. indet. из IV пачки разреза на г. Резаная (верхний валанжин, зона *Teschenites callidiscus*) и реконструкция их строения. Фигуры: 1 – неполная ладонь проподита левой А-клешни; а – верхняя сторона, б – нижняя. Сборы и фото Я. В. Кувшинова. 2 – ладонь правой А-клешни с основаниями пальцев; а – внешний край, б – верхняя сторона, с – внутренний край, d – нижняя сторона. 3 – левая Б-клешня той же особи с неполными пальцами; а – верхняя сторона, б – внешний край, с – нижняя сторона, d – внутренний край. 4 – проподит с основанием индекса левой Б-клешни; вид сверху. 5 – пара клешней одной особи: правая Б-клешня с неполными пальцами и левая А-клешня с раздавленной ладонью, неполным индексом, а также карпоподитом и эродированным мероподитом; а – вид

сверху на правую клешню, *b* – на левую. Сборы и фото автора. *б* – реконструкция строения клешней; *a* – вид сверху, *b* – снизу, *c* – поперечные сечения ладоней. Рисунок автора.

Материал: 8 образцов. Самые сохранные из изученных автором представлены на рис. 1, фиг. 1–5. Также 1 ладонь левой Б-клешни (обр. ПИН № 4680/84, сборы А. С. Алексеева, 1969 г.); 2 эродированных А-проподита из того же слоя, и 1 проподит А-клешни с частью дактилоподита из VII пачки того же разреза (сборы Я. В. Кувшинова).

Сравнение с другими видами и обсуждение.

К сожалению, отсутствие находок клешней вместе с туловищами не позволяет уверенно судить об их точной таксономической принадлежности. Только карапакс имеет решающее значение для определения, в то время как клешни у декапод подвержены большой изменчивости и распространено их конвергентное сходство.

Примечательно, что крымские образцы морфологически очень близки к клешням верхнемеловых омаров рода *Paraclytia* (Fritsch, 1877). Особенно велико сходство с некоторыми из экземпляров *P. nephropica* (Fritsch, 1877), изображенными на рисунках в работе Фритша и Кафки [6] (табл. 4, фиг. 4, 5) и слепком клешни *P. boettcheri* (Mertin, 1941), фотография которого приведена в работе Маккобб и Айрапетяна [7] (илл. 4, b). В то же время некоторые экземпляры, изображённые там же под этими видовыми названиями, имеют более мелкую орнаментацию, без выраженных гребней с шипами, и потому мало похожи на крымские образцы.

С другой стороны, поразительно их сходство с наиболее крупно орнаментированной вариацией клешней *Norphoraria stokesi* (Weller, 1903) – вида, известного из кампана – палеоцена района Антарктического полуострова. Согласно Чуди и др. [10], Фельдману и Чуди [5, 9], *N. stokesi* на территории распространения имеет уникальную для *Norphoraria* изменчивость, которая увеличивается в геологически более молодых отложениях. Там одновременно встречаются: **1**) экземпляры с тонкой, классической для *Norphoraria* орнаментацией клешней (поверхность ладоней плавно выпукла и покрыта мелкими гранулами, и лишь их боковые края несут кили и шипы); **2**) образцы с необычной для этого рода орнаментацией, когда на ладонях есть чётко отграниченные валики и ряды крупных шипов или бугров. Помимо этих крайних форм встречаются промежуточные, переход между ними плавный. Также изменчивость затрагивает карапаксы и абдомены, но из-за неполноты находок трудно вывести чёткую связь между изменчивостью клешней и туловищ.

Рассматриваемые клешни *Nephropidae* gen. et sp. indet. как раз очень близки к крайним проявлениям формы 2, в то время как клешни сопутствующего им вида *Norphoraria dentata* сходны с формой 1. Это наводит на мысль: не могут ли рассматриваемые образцы быть необычным отклонением *N. dentata*, как и у *N. stokesi*, но без промежуточных форм орнаментации, и не затрагивающим морфологию туловищ? Это могло бы объяснить отсутствие находок в Верхоречье карапаксов и абдоменов омаров, отличных от *N. dentata*. Но в зарубежных местонахождениях вида *N. dentata* никаких подобных форм клешней не найдено, так что эта гипотеза противоречива.

Окончательно внести ясность в этот вопрос могут только находки клешней вместе с туловищами. Если предположение о принадлежности к *Nephropidae* верно, то карапаксы и абдомены должны были быть достаточно обызвествлены, чтобы

сохраниться. К сожалению, находки полностью сохранившихся омаров весьма редки из-за сложных условий сохранения в данном разрезе, но всё же возможны.

Выводы

Изученные клешни, скорее всего, относятся к семейству Nephropidae, но более точное таксономическое положение сомнительно. Представляются правдоподобными два варианта: необычное отклонение клешней сопутствующего им вида *Norphoraria dentata*, подобное отклонениям *N. stokesi*, или же самостоятельный вид, возможно, близкий к представителям *Paraclytia*. Однако для уверенного решения вопроса необходимы новые, более полные находки клешней вместе с карапаксами.

Благодарности

Автор выражает искреннюю признательность Я. В. Кувшинову за предоставленную информацию и фотографии.

Библиография

1. Барабошкин Е. Ю., Аркадьев В. В., Копаевич Л. Ф. Опорные разрезы меловой системы Горного Крыма. Путеводитель полевых экскурсий Восьмого Всероссийского совещания 26 сентября – 3 октября 2016 г. // Симферополь: Изд. Дом ЧерноморПресс, 2016. С. 36 – 44.
2. Ильин И. В. Меловые и палеогеновые десятиногие ракообразные (Crustaceomorpha, Decapoda) западной части Северной Евразии. // Москва: Изд-во МГУ, 2005.
3. Левицкий Е. С. Ископаемые десятиногие ракообразные окрестностей Бахчисарая (Крым) // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1974. Т. 49. № 6. С. 101–119.
4. Янин Б. Т., Барабошкин Е. Ю. Норы *Thalassinoides* (структуры зарывания десятиногих ракообразных) из нижнемеловых отложений Юго-Западного и Центрального Крыма // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2013. Т. 21. № 3. С. 39–49.
5. Feldmann R., Tschudy D. Evolutionary patterns in macrurous decapod crustaceans from Cretaceous to early Cenozoic rocks of the James Ross Island region, Antarctica // Geological Society, London, Special Publications, vol. 47, iss. 1, pp. 183-195. 1989.
6. Fritsch A., Kafka J. Die Crustaceen der böhmischen Kreide-formation. // Praha: Selbstverlag. 1887.
7. McCobb L., Hairapetian V. A new lobster *Paraclytia valashtensis* (Crustacea, Decapoda, Nephropidae) from the Late Cretaceous of the central Alborz Range, Iran // Paläontologische Zeitschrift, 2009.
8. Stolley E. Ueber einige Krebsreste aus schweizerischem und norddeutschen Neokom. // Eclogae Geologicae Helvetiae. Band (Jahr): 18, Heft 3. 1923-1924.
9. Tschudy D., Feldmann R. Macruran decapods, and their epibionts, from the Lopez de Bertodano Formation (Upper Cretaceous), Seymour Island, Antarctica // Geological Society of America. Memoir 169. 1988.

10. Tshudy D., Baumiller T. K., Sorhannus U. Morphologic change in the clawed lobster Hoploparia (Nephropidae) from the Cretaceous of Antarctica // Paleobiology, vol. 24, iss. 1, pp. 64–73. 1998.

О некоторых особенностях фоссилизации раковин *Karpinskia conjugula* Tschernyschew, 1885 (Atrypida, Brachiopoda) из отложений пражского яруса восточного склона Северного Урала

Умраева М.И.* (ФГБОУ ВО МГРИ, madness257@mail.ru)

Аннотация

Приведены данные о первых находках дендритов окислов марганца на раковинах атрипид *Karpinskia conjugula* Tschernyschew, 1885 из пражского яруса восточного склона Северного Урала. Обнаруженные дендриты двухмерные, представлены непрозрачным пиролюзитом серо–стального или практически чёрного цвета. Размер дендритов варьирует от 0,4 мм до 2,0 мм. Преобладания дендритов какой–то определённой величины не установлено. Форма дендритов от изометричной до вытянутой в длину. В ряде случаев дендриты тяготеют к небольшим тонким трещинкам в раковинах. Дендритовый рост происходил в стеснённых условиях и/или при неравномерном процессе кристаллизации вещества.

Ключевые слова

Фоссилизация, дендриты окислов марганца, брахиоподы, атрипиды, *Karpinskia conjugula*, пражский ярус, восточный склон Северного Урала.

Теория

Дендриты – термин достаточно широкого употребления, которым обозначаются различные древовидные ветвистые образования. В минералогии дендриты это древовидные разветвлённые формы роста кристаллов и агрегатов. Термин “дендрит” известен давно. “Дендритные формы” минералов упоминал ещё А.Г. Вернер в 1774 г.

До сих пор разные исследователи не всегда придерживаются чёткого разделения между скелетными кристаллами и дендритами, и эти термины иногда некорректно используются, как идентичные. Тем не менее, ещё в 1961 г. И.И. Шафрановский [6] обратил внимание на неопределённость термина дендрит, отделив его от понятия “скелетный кристалл”. Позднее было высказано мнение, что к кристаллическим дендритам следует относить, в частности, расщеплённые скелетные кристаллы.

Дендрит (от греч. *дендрон* – дерево), как уже было отмечено, представляет собой ветвящееся и расходящееся в стороны образование, когда рёбра или вершины скелетного кристалла расщепляются на отдельные ветви (рис. 1).

Расщепление происходит, как правило, в стеснённых условиях и/или при неравномерном процессе кристаллизации – например, при резком падении температуры раствора или когда питающий раствор негомогенный. Рост кристалла начинается с зародыша – центра кристаллизации. Если параметры раствора (температура, давление, концентрация соединений) со временем не меняются или меняются слабо, то будет образовываться кристалл правильной формы. Однако если один или несколько параметров меняются быстро, образование зародышей также будет происходить быстрее, и они будут слипаться между собой, образуя кристаллографически

разупорядоченные индивиды. Поступление вещества (диффузия) к растущим зародышам становится ещё более неравномерным, и, как следствие, образуются характерные ветвящиеся формы. Направление роста “веточек” происходит в сторону наиболее интенсивного массопереноса – то есть по направлению поступления питающего раствора к их поверхности. В случае зарастания промежутков между ветвями дендрита может возникнуть сложнопостроенное образование с постепенным переходом от индивида к агрегату (но не единый кристалл, что принципиально отличает дендрит от скелета). Сам процесс образования дендрита принято называть дендритовым ростом.

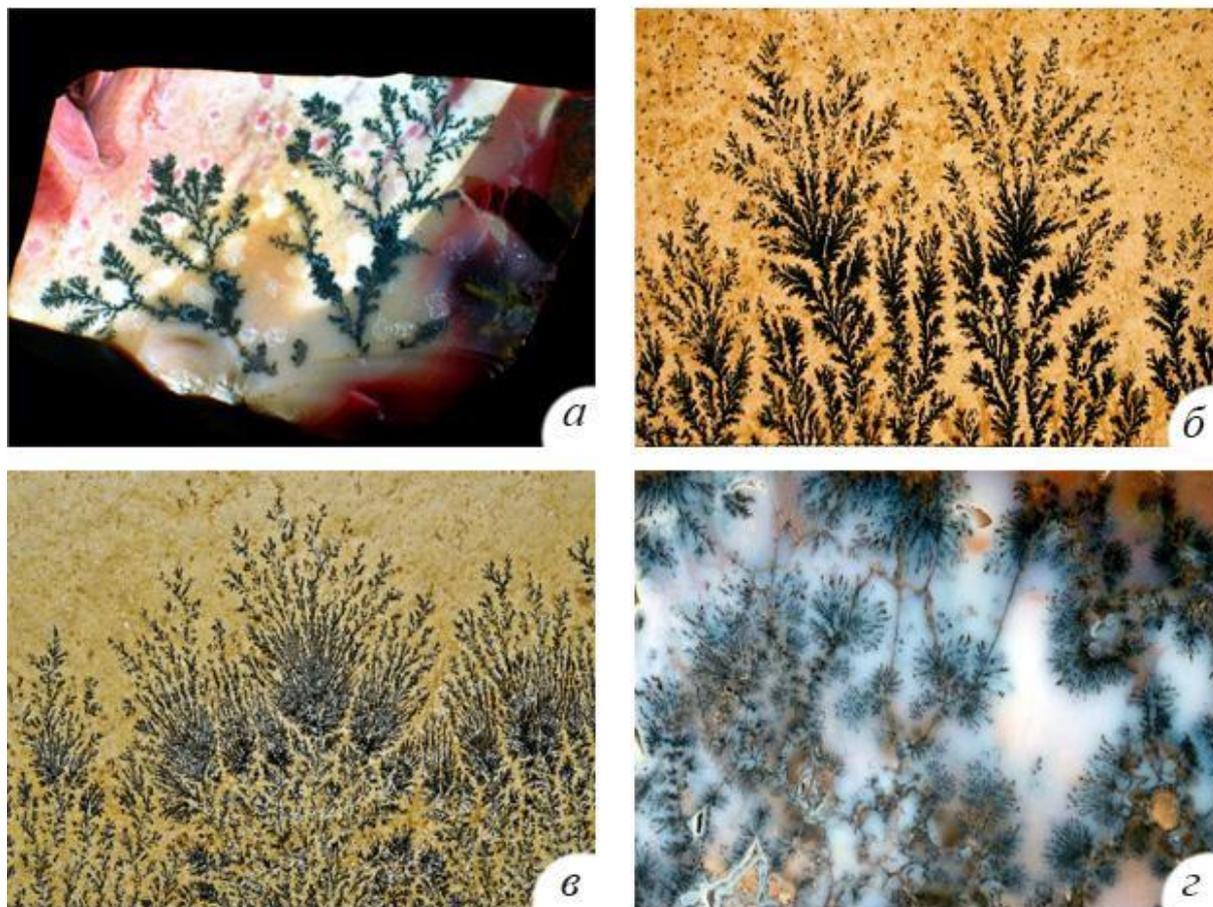


Рисунок 1. Примеры дендритов окислов марганца: а – в яшме; б-в – в зольнхофенском известняке; з – в халцедоне.

Дендриты могут быть двухмерными (плоскими) и трёхмерными (объёмными). Двухмерные дендриты вырастают на поверхности тонких трещин горных пород, по которым проходил раствор, например обогащённый марганцем. Трёхмерные дендриты растут в открытых пустотах горных пород.

Наряду с кристаллическими дендритами известны дендриты сферокристаллические, образованные ветвящимися асимметричными сферолитами.

В качестве примеров кристаллодендритов можно привести живописные чёрные дендриты пиролюзита (устойчивого диоксида марганца – MnO_2) или других марганцевых окислов и гидроокислов в известняке, доломите, пейзажных халцедонах, в яшме, в родоните; веточки самородной меди в зонах окисления рудных месторождений, самородного серебра, золота, висмута, а также ряда сульфидов. Классическая строго симметричная снежинка – наглядный пример скелетного кристалла. Дендриты льда

хорошо известны в ледяных пещерах, где могут достигать больших размеров. Ветвистые дендриты льда чаще других форм встречаются среди многих видов морозных узоров на оконных стёклах.

Сфероидальные, почковидные или кораллообразные дендриты известны для малахита, гроздевидного тодорокита, пирита, барита и многих других минералов. К ним относятся и так называемые “пещерные цветы” кальцита и арагонита в карстовых пещерах.

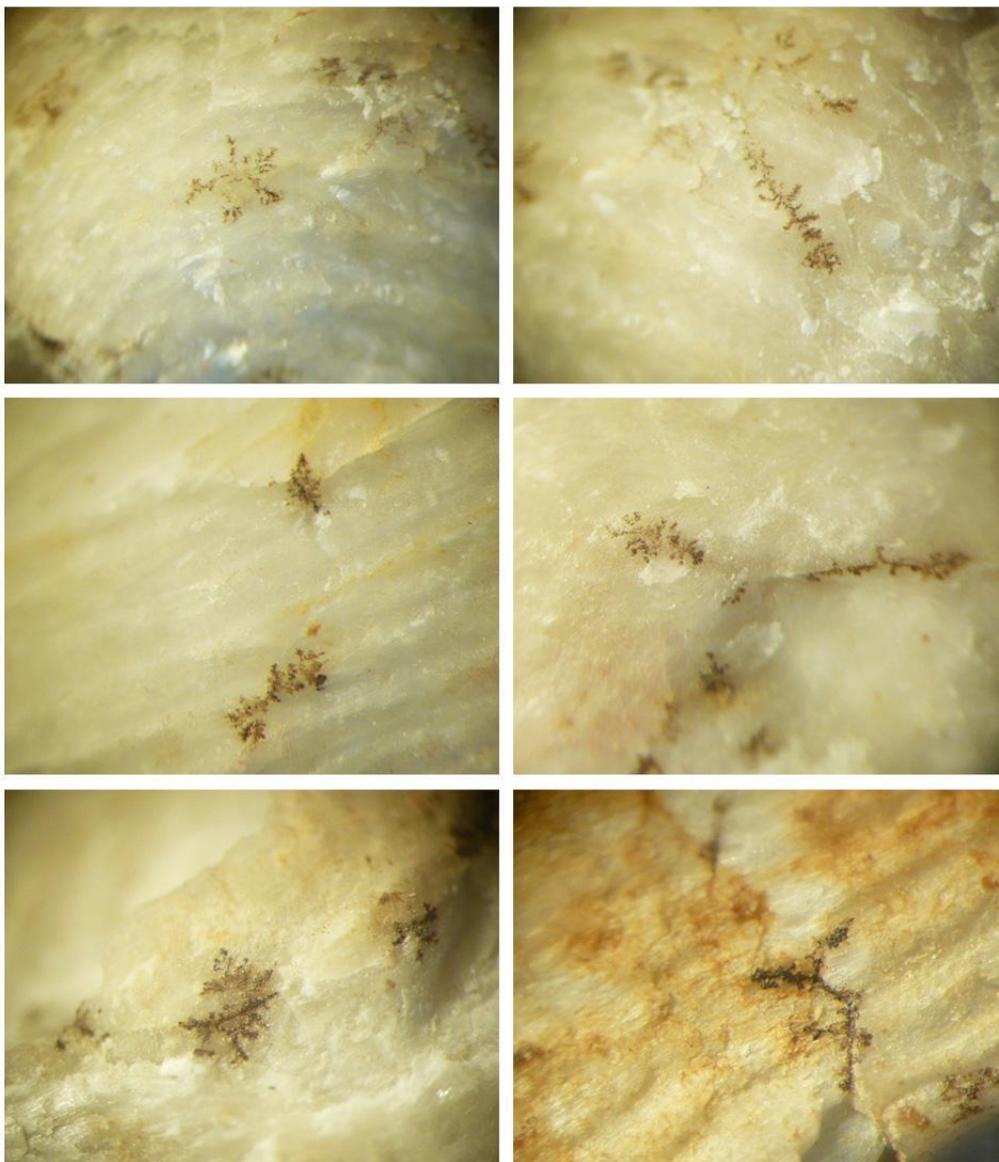


Рисунок 2. Дендриты окислов марганца на раковинах *Karpinskia conjugula* Tschernyschew. Увеличено.

Многочисленные дендриты пиролюзита были обнаружены нами на раковинах атрипид *Karpinskia conjugula* Tschernyschew, 1885 из пражского яруса восточного склона Северного Урала [5].

Данная коллекция, насчитывающая 73 экземпляра брахиопод, была передана для изучения В.Н. Комарову Р.Е. Алексеевой в 1998 г. Насколько нам известно, это первые находки подобного рода.

Необходимо отметить, что переизучение коллекций девонских атрипид указанного региона в последнее время послужило материалом для ряда открытий [2, 3, 4].

Род *Karpinskia* объединяет атрипид, имеющих раковины небольших и средних размеров, удлинённо–треугольной формы, сильно сжатые с боков. Спинная створка выпуклая, брюшная плоская или слабо вздутая. Наружная поверхность несёт многочисленные радиальные рёбра. Под макушкой брюшной створки имеется небольшой форамен. Зубные пластины длинные. Ручной аппарат в виде двух конусов, обращённых вершинами к середине спинной створки. Число оборотов спирали значительное. Род *Karpinskia* объединяет не менее пяти видов – *Karpinskia vagranensis* Khodalevich, 1939, *Karpinskia conjugula* Tschernyschew, 1885, *Karpinskia consuelo* Gortani, 1913, *Karpinskia fedorovi* Tschernyschew, 1893, *Karpinskia gigantea* Khodalevich, 1937.

Вид *Karpinskia conjugula* Tschernyschew, 1885 характерен для нижнего девона и нижней части эйфельского яруса восточного (вижайский–гальтийский горизонты) и западного (куламатский–иргизлинский горизонты) склонов Урала, Салаира (малобачатские и верхнекрековские слои), Горного Алтая (якушинские слои), Печёрской плиты (пражский ярус), а также встречается в нижнем девоне Пай–Хоя, о–ва Вайгач и Карнийских Альп.

Обнаруженные дендриты (рис. 2) двухмерные, плоские, представлены непрозрачным пирролюзитом серо–стального или практически чёрного цвета. Размер дендритов варьирует от 0,4 мм до 2,0 мм. Преобладания дендритов какого–то определённого размера не установлено. Форма дендритов от изометричной до вытянутой в длину. В ряде случаев отчётливо видно, что дендриты тяготеют к небольшим тонким трещинкам в раковинах.

Выводы

Впервые обнаруженные на раковинах *Karpinskia conjugula* дендриты окислов марганца лишней раз подчёркивает невероятную сложность процессов фоссилизации и подтверждает слова И.А. Ефремова о том, что в местонахождениях “мы встречаемся с составом фауны, отражающим не столько подлинную фауну данной области и данного времени, сколько процессы, создавшие местонахождение” [1, с. 103].

Библиография

1. Ефремов И.А. Тафономия и геологическая летопись. Тр. Палеонтол. ин–та АН СССР. Т. 24. М.: Изд–во АН СССР, 1950. Кн. 1. 177 с.
2. Комаров В.Н., Павлова Ю.Э., Бушманова Ю.Д. Первая находка эпибионтов на раковинах уральских атрипид // Природа. 2022. № 1. С. 60–63.
3. Павлова Ю.Э., Бушманова Ю.Д., Комаров В.Н. Уникальная находка эпибионтов на раковинах *Carinata arimaspa* (Eichwald, 1840) (Atrypida, Brachiopoda) из карпинского горизонта (эмсский ярус) восточного склона Северного Урала // Инновации. Наука. Образование. 2021. № 41. С. 657–669.
4. Павлова Ю.Э., Бушманова Ю.Д., Комаров В.Н. Уникальная находка следов сверления эпибионтов на раковинах *Karpinskia conjugula* Tschernyschew, 1885 (Atrypida, Brachiopoda) из пражского яруса восточного склона Северного Урала // Инновации. Наука. Образование. 2021. № 47. С. 2631–2637.

5. Умраева М.И., Поваркова П.В., Комаров В.Н. Первая находка дендритов окислов марганца на раковинах *Karpinskia conjugula* Tschernyschew, 1885 (Atrypida, Brachiopoda) из пражского яруса восточного склона Северного Урала // Инновации. Наука. Образование. 2021. № 48. С. 2048–2057.

6. Шафрановский И.И. Кристаллы минералов. Кривогранные, скелетные и дендритные формы. М.: Госгеолтехиздат. 1961. 332 с.

*Перспективы нефтегазоносности докембрийских осадочных толщ юго-востока
Байkitской антеклизы*

Фомин В.А. (ООО «Красноярскгазпром нефтегазпроект»¹, ИЗК СО РАН²,
fovarid@yandex.ru),
Вахромеев А.Г. (ИЗК СО РАН, andrey_igp@mail.ru),
Струнов А.В. (ООО «Красноярскгазпром нефтегазпроект»,
a.strunov@krskgazprom-ngp.ru)*

Аннотация

В работе рассмотрены перспективы нефтегазоносности докембрийских осадочных толщ юго-восточной части Байkitской антеклизы. На основании анализа имеющихся данных по изученности рифейских и вендских терригенно-карбонатных толщ, включающих глубокое бурение и результаты сейсморазведочных работ, сделаны выводы о типах коллектора вмещающих пород, а также предложены пути миграции углеводородов. Предполагается, что генерированные в нефтематеринских рифейских комплексах пород углеводороды мигрировали в подстилающие и перекрывающие их толщи, содержащие проницаемые пачки и слои, и затем, по восстанию перемещались к поверхности предвендского несогласия. При этом, основная часть мигрирующих углеводородов заполнила ловушки в рифейских коллекторских толщах, перекрытых вендскими отложениями, а часть углеводородов могла мигрировать дальше, под поверхностью несогласия между рифейскими и вендскими терригенно-карбонатными толщами с юга и севера до оси Камовского свода.

Ключевые слова

Байkitская антеклиза, Камовский свод, нефтегазоносность, рифей.

Теория

Перспективы наличия залежей углеводородов Юго-Восточной окраины Байkitской антеклизы связывают с вендскими и рифейскими комплексами терригенно-карбонатных пород, которые определяются многими факторами, главными из которых являются тектоника и палеотектоника; палеогеография и фациальные условия осадконакопления; коллекторские и флюидоупорные свойства пород; палеогеологические и гидрогеохимические условия исследуемой территории (Рис. 1). К сожалению, из-за недостаточной изученности территории глубоким бурением, выработать значимые оценки критериев нефтегазоносности территории не представляется возможным. На сегодняшний день, в общей сложности, пробурено всего шесть глубоких скважин, из них четыре параметрических (Подпорожная 106, Хоркичская 1, Бедошемская 1, Оскобинская 1) и две поисково-оценочных (Таимбинская 1, Таимбинская 2). В непосредственной близости к рассматриваемому участку, на сопредельных территориях, находятся параметрические и поисковые скважины: Исчухская 1, 3-Юдоконская 113, Таимбинская 102, Придутская 1, Придутская 2, Придутская 3, Нижнетайгинская 1, Косвинская 1, Кольмовская 139, Тайгинская 1, Терская 10. Рифейские породы, вскрыты в скважинах Таимбинская – 2 (инт. 2377,65 - 3400,2 м), Подпорожная-106 (инт. 2554-2779 м), Хоркичская 1 (инт. 2320-2558 м) и Таимбинская 1 (инт. 2375 – 2517 м) и, в основном, представлены терригенно-карбонатными толщами. Максимальный объем керна был отобран в скважинах Придутская 1 (321 м), Придутская 2 (317,7 м), Верхнекамовская 1 (312,1 м) и Таимбинская 2 (364,2 м).

Изученность территории сейсморазведочными работами МОГТ - 2 D составляет порядка 5 500 пог. км. кратностью от 12 до 80. Плотность сети сейсмических профилей составляет 0,62 км/км².

В плане перспектив нефтегазоносности прогнозируемые зоны развития карбонатных отложений рифейского возраста выходящих в предвендский эрозионный срез являются наиболее перспективными, что косвенно подтверждено глубоким бурением на сопредельных Терско-Камовской, Юрубчено-Тахомской и Куямбинской площадях Камовского свода. Как установлено многочисленными исследователями [4, 7, 8, 9, 10, 11 и др.], сами по себе карбонатные породы в основном не обладают хорошими коллекторскими свойствами, но процессы трещино- и кавернообразования проявились в них весьма интенсивно в отличие от терригенных и терригенно-карбонатных толщ. Следует полагать, что подобного типа коллекторы наиболее развиты вдоль зон разуплотнения, формируемых областями растяжения по разломам [1, 2, 5, 6].

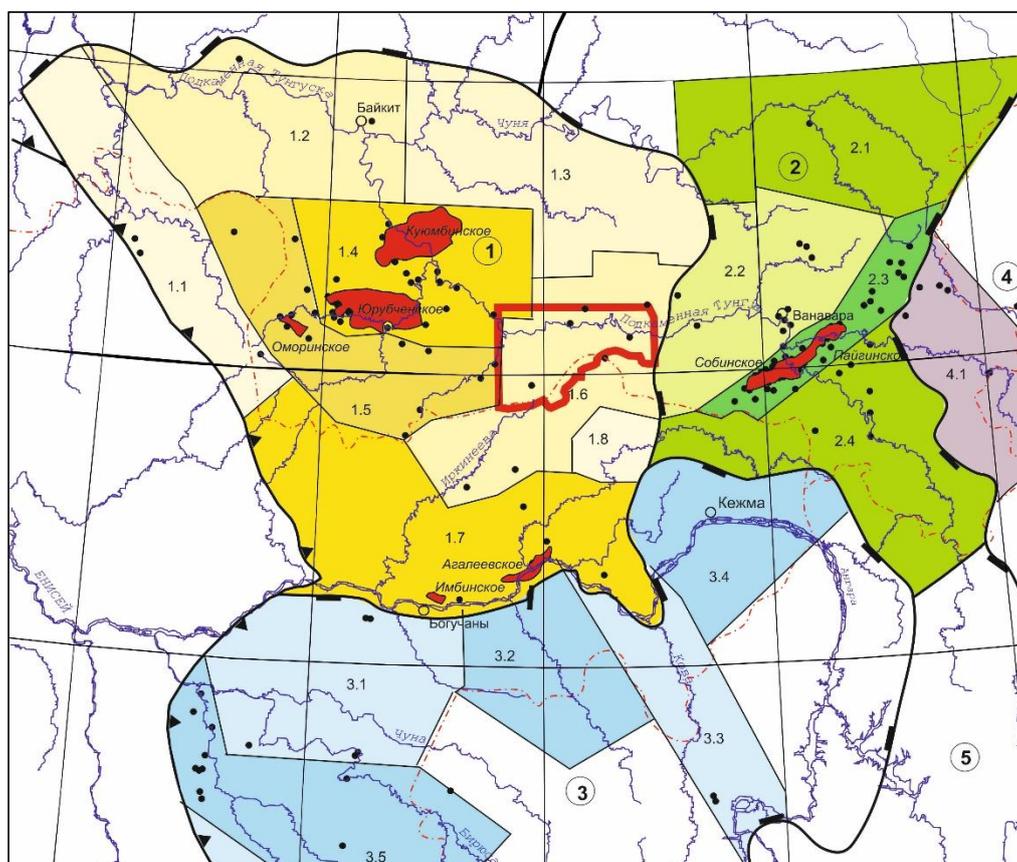


Рисунок 1. Нефтегазоносные районы юго-запада Сибирской платформы.

Нефтегазоносные области: 1 Байкитская, 2 Катангская, 3 Присяно-Енисейская, 4 Непско-Ботуобинская, 5 Ангаро-Ленская.

Нефтегазоносные районы: 1.1 Вельминский; 1.2 Полигусский; 1.3; 1.4 Юрубчено-Тахомский; 1.5 Оморинский; 1.6 Хоркичский; 1.7 Нижнеангарский; 1.8 Чадобецкий; 2.1 Стрелка-Чунский; 2.2 Чамбинский; 2.3 Собинский; 2.4 Чемдальский; 3.1 Богучано-Манзинский; 3.2 Мурский; 3.3 Ковинский; 3.4 Кежемский; 3.5 Долгомостовский; 3.6 Присянский; 4.1 Ереминский

На рассматриваемой территории имеется региональное погружение в северном и южном направлениях внутри рифейских толщ и предвендской эрозионной поверхности от Деланинского свода – Огоньского выступа. На довендской эрозионной поверхности,

Выводы

Полученные в результате проведенных работ данные позволяют представить пути миграции и места концентрации углеводородных систем в восточной части Байкитской НГО. Генерированные углеводороды мигрировали из рифейских нефтематеринских толщ в подстилающие и перекрывающие их толщи, содержащие проницаемые пачки, слои. По этим пачкам, слоям углеводороды мигрировали вверх по восстанию к поверхности предвендского несогласия. Основная часть мигрирующих углеводородов заполнила ловушки в рифейских коллекторских толщах, перекрытых вендом. При этом, часть углеводородов могла мигрировать под поверхностью несогласия с юга и севера до оси Камовского свода.

Библиография

1. Афанасенков А.П., Бухаров Н.Г., Мухаметзянов Р.Н. Новые данные о геологическом строении Юрубчено-Тохомской зоны нефтегазонакопления и пути дальнейшего освоения ее нефтегазового потенциала // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2004. – С. 34–35.
2. Баранова М.А. Сдвиговые дислокации в районе Курумбинского газонефтяного месторождения // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2011. – Т. 6. – № 3. – С. 1–22.
3. Ефимов А. С., Мельников Н. В., Проект поисково разведочных работ на Таимбинском участке. Новосибирск, 2006.
4. Конторович А.А., Конторович А.Э., Кригин В.А. Юрубчено-Тохомская зона нефтегазонакопления – важный объект концентрации региональных и поисково-разведочных работ в верхнем протерозое Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции // Геология и геофизика. – 1998 – № 11. С. 45-56.
5. Коробов А.Д., Коробова Л.А. Гидротермальная природа кавернообразования венд-рифейских коллекторов Байкитской антеклизы – ключ к прогнозу зон нефтегазонакопления // Изв. Саратовского ун-та. Серия «Науки о Земле». – 2006. – Т. 6. – № 1. – С. 57–63.
6. Красильникова Н.Б., Антоненко А.А. Определение эффективной пустотности каверново-трещинного карбонатного рифейского коллектора // Промысловая геофизика в 21-м веке. – М.: Изд. РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2011. – С. 59–62.
7. Кутукова Н.М., Бирун Е.М., Малахов Р.А. и др. Концептуальная модель строения рифейского природного резервуара Юрубчено-Тохомского месторождения // Нефтяное хозяйство. – 2012. – № 11. – С. 4–7.
8. Поздняков В. А., Сафонов Д. В., Шиликов В. В. Прогноз распространения зон трещиноватости по данным 3D сейсморазведки в пределах ЮТЗ // Технологии сейсморазведки. – 2009. – № 1. – С. 85–90.
9. Сейсморазведочные работы СЛБО и 2Д на Таимбинском ЛУ /, 2010. ТФГИ СФО. Красноярск, 206 с.
10. Филипцов Ю.А. Геологическое строение рифейских прогибов западной части Сибирской платформы // Геология и минеральные ресурсы Сибири. - 2011.- № 4(8). – С. 30-47.
11. Харахинов В.В., Шленкин С.И., Зеренинов В.А. Нефтегазоносность докембрийских толщ Курумбинско-Юрубчено-Тохомского ареала нефтегазонакопления // Нефтегазовая геология. Теория и практика, 2011. Т.6. №1. С. 1 – 31.