

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Российский государственный геологоразведочный университет  
им. Серго Орджоникидзе  
МГРИ

---



XV

Международная научно-практическая конференция  
**«Новые идеи в науках о Земле»**  
**ТОМ 1**

*Геология, геотектоника, геодинамика  
Региональная геология, палеонтология, стратиграфия*

---

XV

International Scientific and Practical Conference  
**«NEW IDEAS IN EARTH SCIENCES»**

Спонсор конференции



Новый Поток

1 - 2 апреля 2021 г. | April 1 - 2, 2021

Москва | Moscow

Генеральный  
спонсор конференции



Металлоинвест

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

Новые идеи в науках о Земле: в 7 т. Материалы XV Международной научно-практической конференции «Новые идеи в науках о Земле»– М. : Издательство РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДочный УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ, 2021.

ISBN 978-5-6045457-0-6

Т. 1 : Развитие новых идей и тенденций в науках о Земле: геология, геотектоника, геодинамика, региональная геология, палеонтология / ред. коллегия: В.А. Косьянов, В.Ю. Керимов, В.В. Куликов. - М. :

Издательство РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДочный УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ, 2021. – 194 с.

ISBN 978-5-6045457-1-3

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

ISBN 978-5-6045457-1-3 (т. 1)  
ISBN 978-5-6045457-0-6

© РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДочный УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ, 2021

## СОДЕРЖАНИЕ

### СЕКЦИЯ «ГЕОЛОГИЯ, ГЕОТЕКТОНИКА, ГЕОДИНАМИКА»

1. Петрологические и тектонические особенности площади Ум Тагир (Восточная пустыня Египта) по данным дистанционного зондирования Земли и полевых наблюдений  
Авад Х.А.М.\* (Южный федеральный университет, hamdiawaad@gmail.com), Наставкин А.В. (Южный федеральный университет, nastavkin@sfsedu.ru).....7
2. Особенности напряженно-деформированного состояния горных пород в окрестности Сейдозерского разрыва (рудник "Карнасурт", Ловозерский массив) Бондарь И.В.\* (ИФЗ РАН, bond@ifz.ru), Гордеев Н.А. (ИФЗ РАН, gord@ifz.ru), Маринин А.В. (ИФЗ РАН, marinin@ifz.ru).....11
3. Особенности состава, строения и обоснование возраста джеспилитоносной вулканогенно-осадочной карсакапайской серии фундамента Южной части Улутауского массива (Центральный Казахстан)  
Данукалов Н.К.\* (ФГБУН ГИН РАН, danukalovka@yandex.ru), Третьяков А.А. (ФГБУН ГИН РАН, and8486@yandex.ru).....15
4. Кольцевые структуры на поверхности Земли и их генезис  
Измайлова А.А.\* (МГРИ-РГГРУ, fenekmangi@gmail.com), Головастов Д.А. (МГРИ-РГГРУ, goldan21@mail.ru).....20
5. Природа Главного Уральского разлома в южноуральском сегменте  
Кисин А.Ю. (Институт геологии и геохимии УрО РАН, Уральский государственный горный университет, kissin@igg.uran.ru).....24
6. Решение задачи при помощи аэрогеофизических методов  
Китэкула Р.М.\* (МГРИ, romorkiteculo@gmail.com), Лобанов А.М. (МГРИ, lobannet@mail.ru).....28
7. К вопросу об устойчивости искусственных массивов на основе некондиционных материалов  
Костина М.А.\* (ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», korneychuk@bsu.edu.ru), Рубашкина Т.И. (ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», rubashkina@bsu.edu.ru).....32
8. Три волновые пары – платформа-бассейн в северном полушарии Земли  
Кочемасов Г.Г. (ИГЕМ РАН, пенсионер, kochem.36@mail.ru).....37
9. Новые данные об известных разрезах нижнего мела Московского регион  
Маленкина С.Ю.\* (Музей Землеведения МГУ им. М. В. Ломоносова, maleo@mail.ru).....42
10. Влияние тектодинамической обстановки на развитие грязевого вулканизма на Таманском полуострове  
Маринин А.В.\* (ИФЗ РАН, marinin@ifz.ru), Сим Л.А. (ИФЗ РАН, sim@ifz.ru), Белобородов Д.Е. (ИФЗ РАН, beloborodov@ifz.ru), Тверитинова Т.Ю. (МГУ им. М.В. Ломоносова, tvertat@yandex.ru).....46
11. Геохимия и обстановки формирования апт-позднемиловых вулканитов междуречья Нутесын – Кульпольней (центральная Чукотка)  
Маскаев М. В.\* (ФГБУН Геологический институт РАН, МГРИ-РГГРУ, xxnishka@gmail.com), Моисеев А. В. (ФГБУН Геологический институт РАН, МГРИ-РГГРУ, moartem@yandex.ru), Ульянов Д. К. (ФГБУН Геологический институт РАН, МГРИ-РГГРУ, urfin1995@gmail.com).....50
12. Применение дистанционного биозондирования Земли для обнаружения водоносных разломов с целью решения проблемы пресной воды в Крыму  
Наравас А.К.\* (МГРИ, anagavas@mail.ru), Марасинская А.А. (МГРИ).....53
13. Роль гравитации в глобальной истории Земли  
Наравас А.К.\* (МГРИ, anagavas@mail.ru), Желябовский Д.Г. ....59
14. Геодинамические особенности эволюции Черноморско-Южно-Каспийской мегавпадины в мезокайнозойское время  
Погорелова Е.Ю. (Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, e-mail: yu\_pgrlova@mail.ru).....64
15. Изучение метаморфических и магматических пород фундамента Восточно-Европейской платформы в коллекциях Центрального региона ТФГИ на Подмосковной геологической практике  
Погребс Н.А.\* (МГРИ, Москва, РФ, progrebs@yandex.ru), Фролов В.В. (ФБУ ТФГИ, Москва, РФ, frolov-vv@ctfi.ru).....68

16. Основные черты тектоники фундамента Черноморско-Каспийского региона  
Попков В.И.,\* (Кубанский государственный университет, e-mail: geoskubsu@mail.ru) Попков И.В. (Кубанский государственный университет, e-mail: iv-porkov@mail.ru).....72
17. Граница между Амурской и Охотской микроплитами на Северном Сахалине  
Сим Л.А.\* (ИФЗ РАН, sim@ifz.ru), Маринин А.В. (ИФЗ РАН, marinin@ifz.ru).....76
18. Геология, геохимия и палеотектоническое положение северных гранитоидных массивов Омчикандинского комплекса (Северная Якутия)  
Сироткина О.Н.\* (МГУ им. Ломоносова, ИМГРЭ onsirotkina@gmail.com), Афанасьева Е.В. (ВСЕГЕИ МФ, e.afanasieva@mfvsegei.ru), Гусев Г.С. (ИМГРЭ, rbox74@mail.ru).....80
19. Нижняя толща конгломератов г. Южная Демерджи, Крым: результаты U-Pb-изотопного датирования зерен детритового циркона и вероятные источники сноса материала  
Страшко А.В.\* (ГИН РАН, МГУ им. М.В. Ломоносова, hahastrashko@yandex.ru), Романюк Т.В. (ИФЗ РАН, t.romanuyk@mail.ru), Кузнецов Н.Б. (ГИН РАН, kouznikbor@mail.ru).....84
20. Датирование тектонических событий путем восстановления термальной истории на примере острова Врангеля (Восточная Арктика)  
Ульянов Д. К.\*(ФГБУН Геологический институт РАН, МГРИ-РГГРУ, urfin1995@gmail.com), Моисеев А. В. (ФГБУН Геологический институт РАН, МГРИ-РГГРУ, moartem@yandex.ru), Соколов С.Д. (Геологический институт РАН, ssokolov43@mail.ru), Тучкова М.И.(Геологический институт РАН, tuchkova@ginras.ru), Вержбицкий В.Е. (ПАО НК «Роснефть»), Малышев Н.А. (ПАО НК «Роснефть»).....88
21. Неотектоника-главная причина основных природных закономерностей Российской Арктики  
Шполянская Н.А. (Ухтинский государственный технический университет, кафедра экологии, землеустройства, природопользования. nellashpol@yandex.ru).....93

**СЕКЦИЯ «РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ, ПАЛЕОНТОЛОГИЯ, СТРАТИГРАФИЯ»**

22. Особенности строения и изучения верхнефранских пород доманикового типа востока Восточно-Европейской платформы  
Агафонова Г.В.\* (МГРИ им. Серго Орджоникидзе, НАЦ ФГБУ «ВНИГНИ», Москва, agafonovagalina@inbox.ru) Агаханова В.А. (НАЦ ФГБУ «ВНИГНИ», vitaliya agahanova@mail.ru).....97
23. Находки ископаемых следов Эдиакарского типа в осадочном бассейне Тин-Серири, Алжир  
Бадахмауи Т.\* (Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия, tayeb.badahmaoui@yandex.ru), Бен-Абделькарим М. (Университетский центр Амин Элоккал Эль-Хадж Мусса, г.Таманрассет, Алжир, bae\_moussa@yahoo.fr), Амиуар М. (Центр ядерных исследований Таманрассет (CRNT), г. Таманрассет, Алжир, amieug\_tammar@yahoo.fr), Лаврухин А. А. (Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия, AALavrukhin@mephi.ru).....101
24. Новые данные о эпибионтах на раковинах девонских атрипид (брахиоподы) Закавказья  
Вайтиева Ю.А.\* (МГРИ-РГГРУ, yulia.vaitieva@yandex.ru), Локтионов А.Д.\* (МГРИ-РГГРУ, shuralaktik@yandex.ru).....106
25. О некоторых особенностях эволюции фауны радиоларий в баженовском бассейне Западной Сибири (поздняя юра – начало раннего мела)  
Вишневская В.С.\* (ГИН РАН, valentina.vishnaa@mail.ru), Амон Э.О. (ПИН РАН, edwardamon@mail.ru), Гатовский Ю.А. (МГУ, геологический факультет, gatovsky@geol.msu.ru).....111
26. Spinatrypina (Exatrypa) laminae Izmaylova, Golovastov et Komarov – новый вид атрипид (Brachiopoda) из отложений зоны Uchtospirifer subarchiaci–Cyphoterorhynchus arpaensis (франский ярус) Закавказья  
Головастов Д.А.\* (МГРИ-РГГРУ, goldan21@mail.ru), Измайлова А.А. (МГРИ-РГГРУ, fenekmangi@gmail.com), Комаров В.Н. (МГРИ-РГГРУ, komarovmgi@mail.ru).....115
27. Новые данные об участии табулятоморфных кораллов в процессах эпибионтии  
Головастов Д.А.\* (МГРИ-РГГРУ, goldan21@mail.ru), Измайлова А.А. (МГРИ-РГГРУ, fenekmangi@gmail.com), Гончарова Е.И. (МГРИ-РГГРУ, elvira.dragon.01@mail.ru).....119
28. Современная структура суши Кот-д'Ивуара продолжает формироваться, и тектонические процессы в виде разломов северо-восточного простирания, отраженные в геофизических полях  
Диоманде М.\* (Российский Университет Дружный Народов, diommadou89@gmail.com).....124



29. Структурно-формационная зональность вулканических сооружений  
Дьяконов В.В.\* (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), [mdf.rudn@mail.ru](mailto:mdf.rudn@mail.ru)), Котельников А.Е. (Российский университет дружбы народов (РУДН), Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), [kotelnikov-ae@rudn.ru](mailto:kotelnikov-ae@rudn.ru)).....128
30. Новые данные о находках рода *Palaeconchus Vinn* (Microconchida, Tentaculita) Измайлова А.А.\* (МГРИ-РГГРУ, [fenekmangi@gmail.com](mailto:fenekmangi@gmail.com)), Головастов Д.А.\* (МГРИ-РГГРУ, [goldan21@mail.ru](mailto:goldan21@mail.ru)).....132
31. Новые данные об участии мшанок в процессах эпибионтии.  
Измайлова А.А.\* (МГРИ-РГГРУ, [fenekmangi@gmail.com](mailto:fenekmangi@gmail.com)), Головастов Д.А. (МГРИ-РГГРУ, [goldan21@mail.ru](mailto:goldan21@mail.ru)), Гончарова Е.И. (МГРИ-РГГРУ, [elvira.dragon.01@mail.ru](mailto:elvira.dragon.01@mail.ru)).....136
32. Новые данные об особенностях палеоэкологии девонских атрипод (Brachiopoda) Закавказья  
Измайлова А.А.\* (МГРИ-РГГРУ, [fenekmangi@gmail.com](mailto:fenekmangi@gmail.com)), Головастов Д.А.\* (МГРИ-РГГРУ, [goldan21@mail.ru](mailto:goldan21@mail.ru)), Гончарова Е.И.\* (МГРИ-РГГРУ, [elvira.dragon.01@mail.ru](mailto:elvira.dragon.01@mail.ru)) Комаров В.Н.\* (МГРИ-РГГРУ, [komarovmgri@mail.ru](mailto:komarovmgri@mail.ru)).....140
33. Водные грибы – одна из причин массового приобретения раковины раннекембрийскими фаунами Сибирской платформы  
Колосов П.Н. (Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, [petrkolosov36@mail.ru](mailto:petrkolosov36@mail.ru)).....144
34. О некоторых итогах изучения изменчивости у атрипод (Brachiopoda) из девонских отложений Закавказья  
Кочтыгов Н.С.\* (МГРИ-РГГРУ, [nkochtygov@mail.ru](mailto:nkochtygov@mail.ru)), Вайтиева Ю.А. (МГРИ-РГГРУ, [yulia.vaitieva@yandex.ru](mailto:yulia.vaitieva@yandex.ru)), Головастов Д.А. (МГРИ-РГГРУ, [goldan21@mail.ru](mailto:goldan21@mail.ru)), Измайлова А.А. (МГРИ-РГГРУ, [fenekmangi@gmail.com](mailto:fenekmangi@gmail.com)), Попов Е.М. (МГРИ-РГГРУ, [egor-popov02@mail.ru](mailto:egor-popov02@mail.ru)), Чужанова А.П. (МГРИ-РГГРУ, [alexandra@nopanik.ru](mailto:alexandra@nopanik.ru)), Комаров В.Н. (МГРИ-РГГРУ, [komarovmgri@mail.ru](mailto:komarovmgri@mail.ru)).....148
35. О необычных аберрациях у *Gruenewaldtia latilinguis* (Schnur) (Brachiopoda) из отложений зоны *Mucrospirifer diluvianoides – Radiomena irregularis* (верхний эйфель) Закавказья  
Красовская Б.П.\* (МГРИ-РГГРУ, [b3lk@list.ru](mailto:b3lk@list.ru)).....152
36. Гетероморфные аммоноидеи в коллекции форм сохранности окаменелостей кафедры палеонтологии и региональной геологии МГРИ  
Кузнецова В.А.\* (МГРИ-РГГРУ, [valya-kuznetsova-2002@mail.ru](mailto:valya-kuznetsova-2002@mail.ru)), Чужанова А.П. (МГРИ-РГГРУ, [alexandra@nopanik.ru](mailto:alexandra@nopanik.ru)).....156
37. Новые данные о следах жизнедеятельности сверлильщиков на раковинах девонских брахиопод отряда *Atrypida* Закавказья  
Локтионов А.Д.\* (МГРИ-РГГРУ, [shuralaktik@yandex.ru](mailto:shuralaktik@yandex.ru)), Вайтиева Ю.А.\* (МГРИ-РГГРУ, [yulia.vaitieva@yandex.ru](mailto:yulia.vaitieva@yandex.ru)).....160
38. Предварительные данные о маркирующих горизонтах в нижнетриасовых отложениях восточной части Московской синеклизы  
Морковин В.И.\* (МГРИ, [shadow453@yandex.com](mailto:shadow453@yandex.com)), Логинов И.Д. (МГРИ, [gulyasch007@mail.ru](mailto:gulyasch007@mail.ru)), Попов Е.М. (МГРИ, [egor\\_popov02@mail.ru](mailto:egor_popov02@mail.ru)).....165
39. Литолого-фациальный анализ пород-коллекторов тюменской и шеркалинской свит (пласты ЮШ5 и ЮШ101) Западно-Тугровского нефтяного месторождения (ХМАО, Западная Сибирь)  
Некипелов Д.В.\* (ФГБУ "ВНИГНИ", [hurricanewhite@mail.ru](mailto:hurricanewhite@mail.ru)), Ваганова А.А. (ФГБУ "ВНИГНИ", [sasha.vaganova@mail.ru](mailto:sasha.vaganova@mail.ru)).....169
40. Структурно-формационное районирование отложений триаса Западного Предкавказья и Северного Кавказа  
Чаицкий В.П. (Кубанский государственный университет, [geoskubsu@mail.ru](mailto:geoskubsu@mail.ru)), Попков В.И. (Кубанский государственный университет, [geoskubsu@mail.ru](mailto:geoskubsu@mail.ru)), Попков И.В.\* (Кубанский государственный университет, e-mail: [iv-popkov@mail.ru](mailto:iv-popkov@mail.ru)), Пинчук Т.Н. (Кубанский государственный университет, [pinchukt@mail.ru](mailto:pinchukt@mail.ru)) .....174
41. Особенности строения отложений башкирского яруса в южной части Волго-Уральской НГП  
Рахимова Е.В.\* (МГРИ им. С.Орджоникидзе, [rahimovaev@mgri.ru](mailto:rahimovaev@mgri.ru)), Агафонова Г.В. (МГРИ им. С.Орджоникидзе, НАЦ ФГБУ «ВНИГНИ», [agafonovagalina@inbox.ru](mailto:agafonovagalina@inbox.ru)).....178
42. Новые сведения о геологическом строении территории междуречья рек Ассель и Ускалык Южного Предуралья)  
Сысоева А.О.\* (ГИН РАН, [AnastasiaOlegovnaSysoeva@yandex.ru](mailto:AnastasiaOlegovnaSysoeva@yandex.ru)).....182



43. Особенности эпигенетического преобразования песчаных пород-коллекторов Пур-Тазовской нефтеносной зоны  
Черданцева Д.А.\* (АО ТомскНИПнефть, cherdantsevada@tomsknpi.ru), Краснощекова Л.А. (НИ ТПУ, krasnl@tpu.ru).....184
44. «Новые данные о процессах фоссилизации раковины белемнитов»  
Шпилевая Е.С.\* (МГРИ-РГГРУ, shpil-ka02@yandex.ru), Вайтиева Ю.А.\* (МГРИ-РГГРУ, yulia.vaitieva@yandex.ru).....188
45. Анализ литолого-фациальных комплексов в красноцветных отложениях нижнего эоцена впадины Цзиян, Бохайский залив, КНР  
Ян Я\* (Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, yangya89169238648@outlook.com).....192

## СЕКЦИЯ «ГЕОЛОГИЯ, ГЕОТЕКТОНИКА, ГЕОДИНАМИКА»

### *Петрологические и тектонические особенности площади Ум Тагир (Восточная пустыня Египта) по данным дистанционного зондирования Земли и полевых наблюдений*

*Авад Х.А.М.\* (Южный федеральный университет, hamdiawaad@gmail.com),*

*Наставкин А.В. (Южный федеральный университет, nastavkin@sfedu.ru)*

#### **Аннотация**

Представлены результаты полевых наблюдений и последующей интерпретации данных дистанционного зондирования Земли (спутник Sentinel-2A и радиометр теплового излучения и отражения (ASTER Global Digital Elevation Model)) по геологическому картированию и выделению тектонических структур на одной из площадей Восточной пустыни Египта. Исследуемая область представлена разнообразными породами неопротерозойского возраста, слагающими Аравийско-Нубийский щит и испытавшими восточно-африканский орогенез. Возраст изученных пород — от позднего криогения до эдиакария. Они образуют континентальную (габбро, тоналит, гранодиорит, андезит, монцогранит и щелочнополевошпатовый гранит) и океаническую (метагаббро и метавулканокластические породы) островные дуги. Инструментом геологического картирования стал линеаментный анализ. В настоящем исследовании к данным дистанционного зондирования Земли были применены несколько процедур и типов обработки для установления литологических и тектонических особенностей. Эти методы позволяют улучшить изображение (ложноцветной снимок, минимизация шума, анализ основных компонентов, применение направленных фильтров – оператор Собеля). Результаты исследования показывают, что площадь подверглась тектоническим воздействиям с различных направлений. Ряд структур горных пород (в гранодиоритах) и сопутствующая рудная минерализация (в габбро) были обусловлены структурно-геологическим контролем и близостью к зоне тектонического сдвига Кена-Сафага.

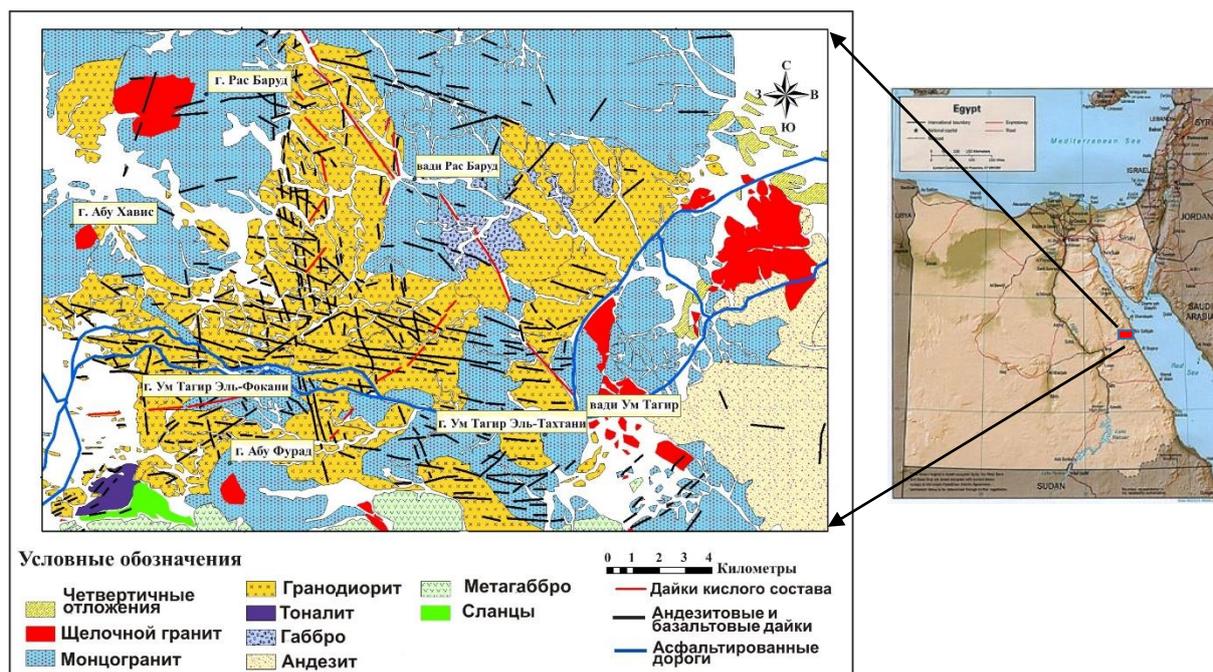
#### **Ключевые слова**

Петрологические особенности, тектонические особенности, Sentinel-2A, Восточная пустыня, Египет

#### **Теория**

Площадь Ум Тагир расположена у северной границы Восточной пустыни Египта с западной частью города Сафага (рис. 1). Географические координаты ее границ: 26°35' - 26°49' с.ш., 33°35' - 33°50' в.д., общая площадь составляет около 900 км<sup>2</sup>. Высота над уровнем моря колеблется от 599 до 1032 м. Она имеет неопротерозойский возраст, формирует северную часть Аравийско-Нубийского щита, испытавшего на себе восточно-африканский орогенез, как результат аккреции континентальных плато в процессе консолидации Гондваны (Gass, 1982; Kröner et al, 1994; Stern, 1994; Abdelsalam and Stern, 1996). Несомненно, что использование данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) открыло новые возможности в геологической идентификации и структурном картографировании (El Janati et al, 2014; Salles et al, 2017). С помощью ДЗЗ возможно получать подробную информацию об особенностях земной поверхности в различных масштабах. Одной из наиболее важных поверхностных особенностей

являются линейные объекты и тектонические структуры (Pirasteh et al, 2013). Как правило, линейные объекты делятся на два типа: искусственные линейные объекты, такие как автомобильные и железные дороги, и естественные линейные объекты, такие как геологические линеаменты и элементы гидросети. Эти особенности можно легко обнаружить с помощью обработки данных ДЗЗ. Идентификация линейных объектов на космических снимках, полученных с помощью ДЗЗ, может быть сложной, поскольку их пространственные и спектральные характеристики различаются по своей длине (Wang, 1993). Появилось большое количество методов для интерпретации цифровых спутниковых данных и получения линейных характеристик различного назначения (Valero et al, 2010).

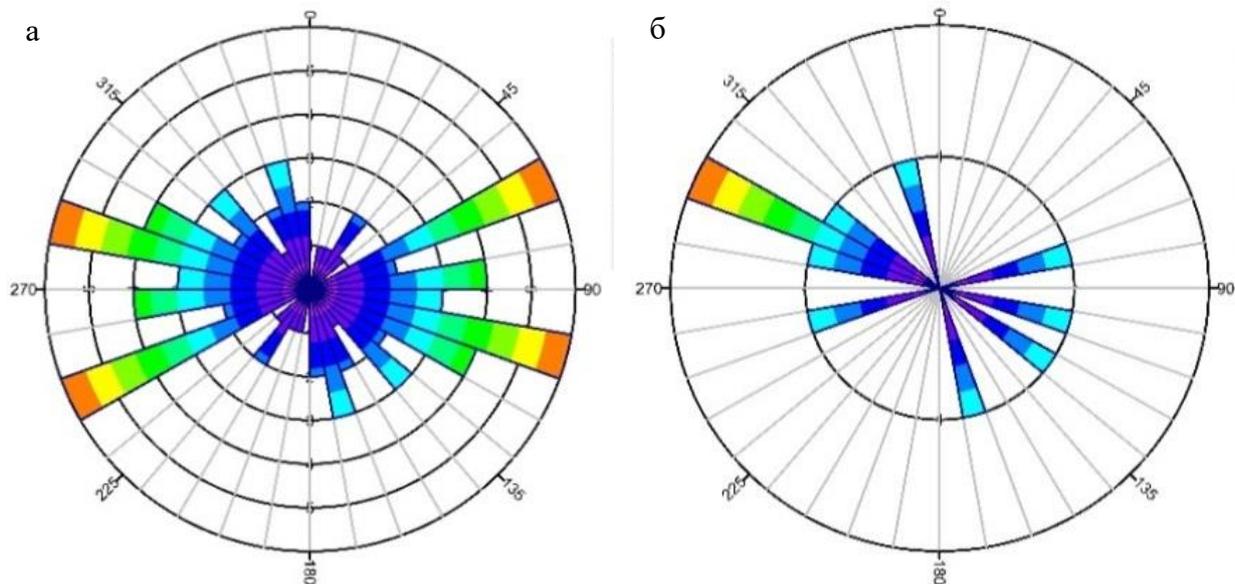


**Рисунок 1.** Упрощенная геологическая карта площади Ум Тагир, созданная на основе интегрированной обработки данных дистанционного зондирования Земли и полевых наблюдений.

В последнее десятилетие применение данных ДЗЗ в геологическом и структурном картографировании стало более эффективным. В прежнее время такое мелко- и среднемасштабное геологическое картирование основывалось на данных спутников Landsat и ASTER. Такие данные используются лишь для предварительной геологической интерпретации. В настоящее время Sentinel являются самыми современными спутниками, предоставляющими свободный доступ к данным ДЗЗ для долгосрочного высокочастотного мониторинга (Mandanicì et al, 2016). Они дают более подробную информацию в ближнем инфракрасном и коротковолновом инфракрасном диапазонах, что может быть применено при геологическом картировании, мониторинге сельского хозяйства и прогнозировании природных катастроф.

Обнажающиеся на поверхности горные породы площади Ум Тагир были разделены нами на 8 видов (габбро, тоналиты, гранодиориты, андезиты, монцограниты, щелочнополевошпатовые граниты, метагаббро и метавулканокластические породы), как было показано на рис. 1. Роза-диаграмма азимутов простирания разломов говорит о том, что их преобладающими направлениями на данной площади являются СВ-ЮЗ и ЗСЗ-ВЮВ. Разломы, ориентированные с востока на запад, встречаются реже (рис. 2а). Тем не

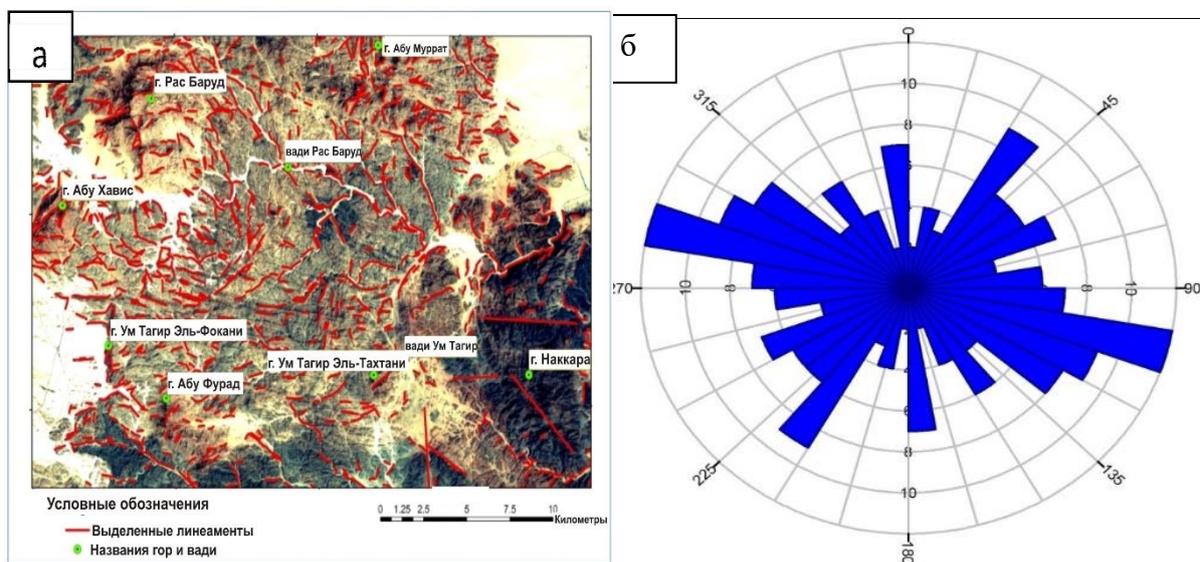
менее, направление ЗСЗ-ВЮВ является самым протяженным для всех типов разломов (рис. 2б). Для извлечения большего количества линеаментов использовались ложноцветные снимки, синтезированные в режиме RGB из снимков Sentinel-2A в каналах электромагнитного спектра 4, 3, 2 с высоким пространственным разрешением 10 м (рис. 3а). Итоговая роза-диаграмма показывает, что основными направлениями этих



линеаментов являются два: ЗСЗ-ВЮВ и СВ-ЮЗ, затем следуют СЗ-ЮВ, С-Ю и В-З (рис. 3б).

**Рисунок 2.** Роза-диаграмма разрывных нарушений (а); роза-диаграмма длины разрывных нарушений (б).

**Рисунок 3.** Линеаменты, полученные после обработки ложноцветных снимков, синтезированных в режиме RGB из снимков Sentinel-2A в каналах электромагнитного спектра 4, 3, 2 (а); роза-диаграмма линеаментов, полученных после обработки ложноцветных снимков со спутника Sentinel-2A (б).



## **Выводы**

Результаты исследования показывают, что площадь Ум Тагир подверглась тектоническим воздействиям с различных направлений. Ряд структур горных пород (в гранодиоритах) и сопутствующая рудная минерализация (в габбро) были обусловлены структурно-геологическим контролем и близостью к зоне тектонического сдвига Кена-Сафага.

## **Библиография**

- Abdelsalam M.G., Stern R.J. Sutures and shear zones in the Arabian-Nubian Shield // *Journal of African Earth Sciences*. 1996. Vol. 23. No. 3. Pp. 289-310.
- El Janati M., Soulaïmani A., Admou H., Youbi N., Hafid A., Hefferan K.P. Application of ASTER remote sensing data to geological mapping of basement domains in arid regions: a case study from the Central Anti-Atlas, Iguerda inlier, Morocco // *Arabian Journal of Geosciences*. 2014. Vol. 7. No. 6. Pp. 2407-2422. DOI: 10.1007/s12517-013-0945-y.
- Gass I.G. Upper Proterozoic (Pan-African) calc-alkaline magmatism in northeastern Africa and Arabia // *Andesites: Orogenic Andesites and Related Rocks* / R.S. Thorpe (ed.). - New York: Wiley and Sons, 1982. Pp. 591-609.
- Kröner A., Krüger J., Rashwan A.A.A. Age and tectonic setting of granitoid gneisses in the Eastern Desert of Egypt and south-west Sinai // *Geologische Rundschau*. 1994. 83. Pp. 502-513.
- Mandanici E., Bitelli G. Preliminary Comparison of Sentinel-2 and Landsat 8 Imagery for a Combined Use // *Remote Sensing*. 2016. Vol. 8. Iss. 12. P. 1014. DOI:10.3390/rs8121014.
- Pirasteh S., Pradhan B., Safari H.O., Ramli M.F. Coupling of DEM and remote-sensing-based approaches for semi-automated detection of regional geostructural features in Zagros mountain, Iran // *Arabian Journal of Geosciences*. 2013. Vol. 6. No. 1. Pp. 91-99. DOI: 10.1007/s12517-011-0361-0.
- Salles R.R., Souza Filho C.R., Cudahy T., Vicente L.E., Monteiro L.V.S. Hyperspectral remote sensing applied to uranium exploration: A case study at the Mary Kathleen metamorphic-hydrothermal U-REE deposit, NW, Queensland, Australia // *Journal of Geochemical Exploration*. 2017. Vol. 179. Pp. 36-50. DOI: 10.1016/j.gexplo.2016.07.002.
- Stern R.J. Arc assembly and continental collision in the Neoproterozoic East African Orogen: Implications for the Consolidation of Gondwanaland // *Annual Reviews of Earth and Planetary Sciences*. 1994. 22. Pp. 319-351.
- Valero S., Chanussot J., Benediktsson J.A., Talbot H., Waske B. Advanced directional mathematical morphology for the detection of the road network in very high resolution remote sensing images // *Pattern Recognition Letters*. 2010. Vol. 31. No. 10. Pp. 1120-1127. DOI:10.1016/j.patrec.2009.12.018.
- Wang J. Linda — A System for Automated Linear Feature Detection and Analysis // *Canadian Journal of Remote Sensing*. 1993. Vol. 19. No. 1. Pp. 9-21.

***Особенности напряженно-деформированного состояния горных пород в окрестности Сейдозерского разрыва (рудник "Карнасурт", Ловозерский массив)***

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

**Аннотация**

В данной работе рядом тектонофизических методов проанализировано напряженно-деформированное состояние в окрестностях Сейдозерского разрыва, который разделяет практически пополам Карнасуртский рудник. Определено, что Сейдозерский разрыв имеет лево-сдвиговую кинематику и образовался при субширотном сжатии. Также авторами работы получены ориентировки главных осей напряжения и показано, что разрыв не влияет на их ориентировку: и в западном и восточном блоках, разделенных разрывом, получено преимущественно северо-восточная ориентировка осей максимального сжатия, значительно реже встречается северо-западная ориентировка осей максимального сжатия. Субширотная ориентация оси максимального сжатия получена только в одной точке наблюдения в восточном блоке, в километре от Сейдозерского сдвига.

**Ключевые слова**

Ловозерский массив, рудник "Карнасурт", напряженно-деформированное состояние, поле напряжений, левый сдвиг

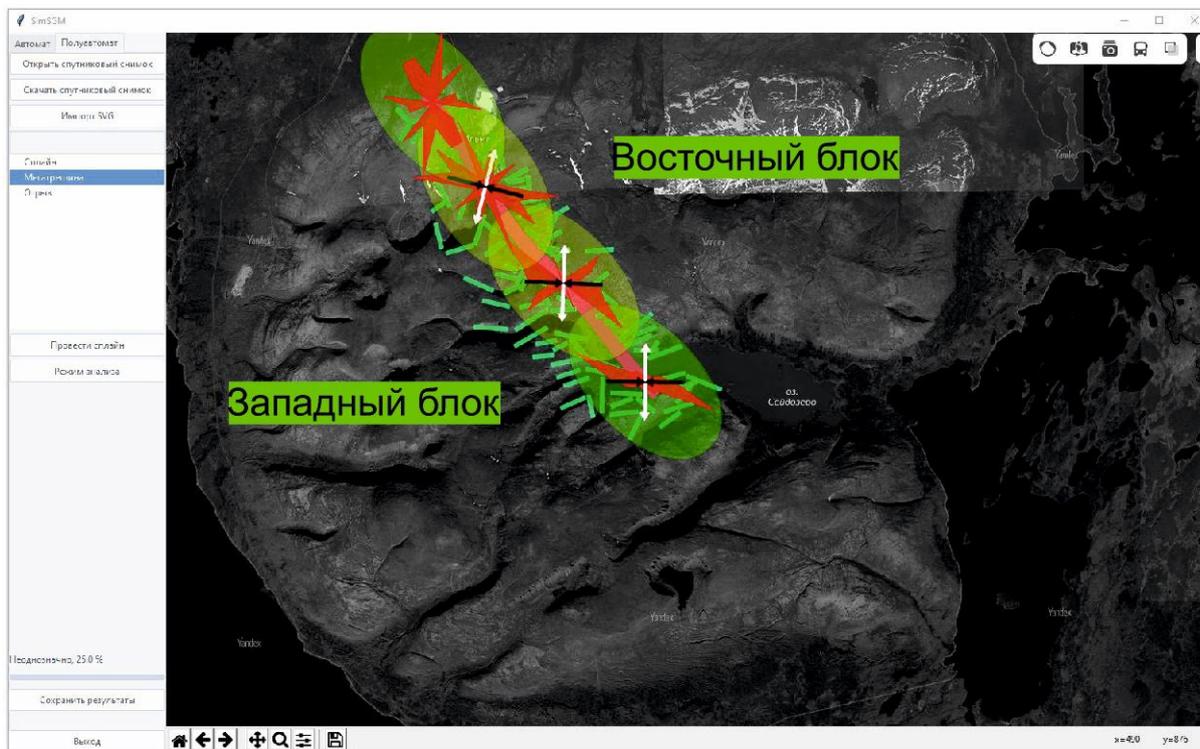
**Теория**

Карнасуртский рудник находится в Ловозерском районе Мурманской области, в 7 километрах от посёлка Ревда. Рудник принадлежит Ловозерскому горно-обогатительному комбинату, управление которого находится в Ревде. На руднике ведётся подземная добыча лопаритовой руды — сырья для производства редких и редкоземельных металлов (тантала, ниобия, титана, и некоторых других). Рудник обрабатывает две маломощные (мощностью по 1.0 м) пологопадающие, под углом 10-15°, пластообразные рудные залежи, находящиеся на расстоянии 90-120 м друг от друга по вертикали, системами с открытым очистным пространством и поддержанием покрывающих пород рудными целиками. В руднике наблюдаются повышенные горизонтальные тектонические напряжения, которые приводят к деформации подземных выработок, проявлению на них горных и горно-тектонических ударов (Ловчиков, 2008). Данный рудник лидирует по вероятности возникновения горного удара среди всех российских рудников. В связи с этим всестороннее изучение избыточных горизонтальных напряжений крайне важно для дальнейшей разработки шахт.

Рудник разделен на западную и восточную части Сейдозерским разрывом, который маркируется в современном рельефе рекой Ильмаюк. В работе [Корсакова и др., 2009] данный разрыв показан как линеймент-блокраздел 4 ранга (из семи рангов). Он разделяет северо-западную часть массива на два относительно крупных блока.

Для определения кинематики смещения по данному разрыву была применена программа SimSGM [Гордеев, Молчанов, 2019], [Сим, 1991], позволяющая с помощью ЦМР или космического снимка по особенностям расположения мегатрещин определить

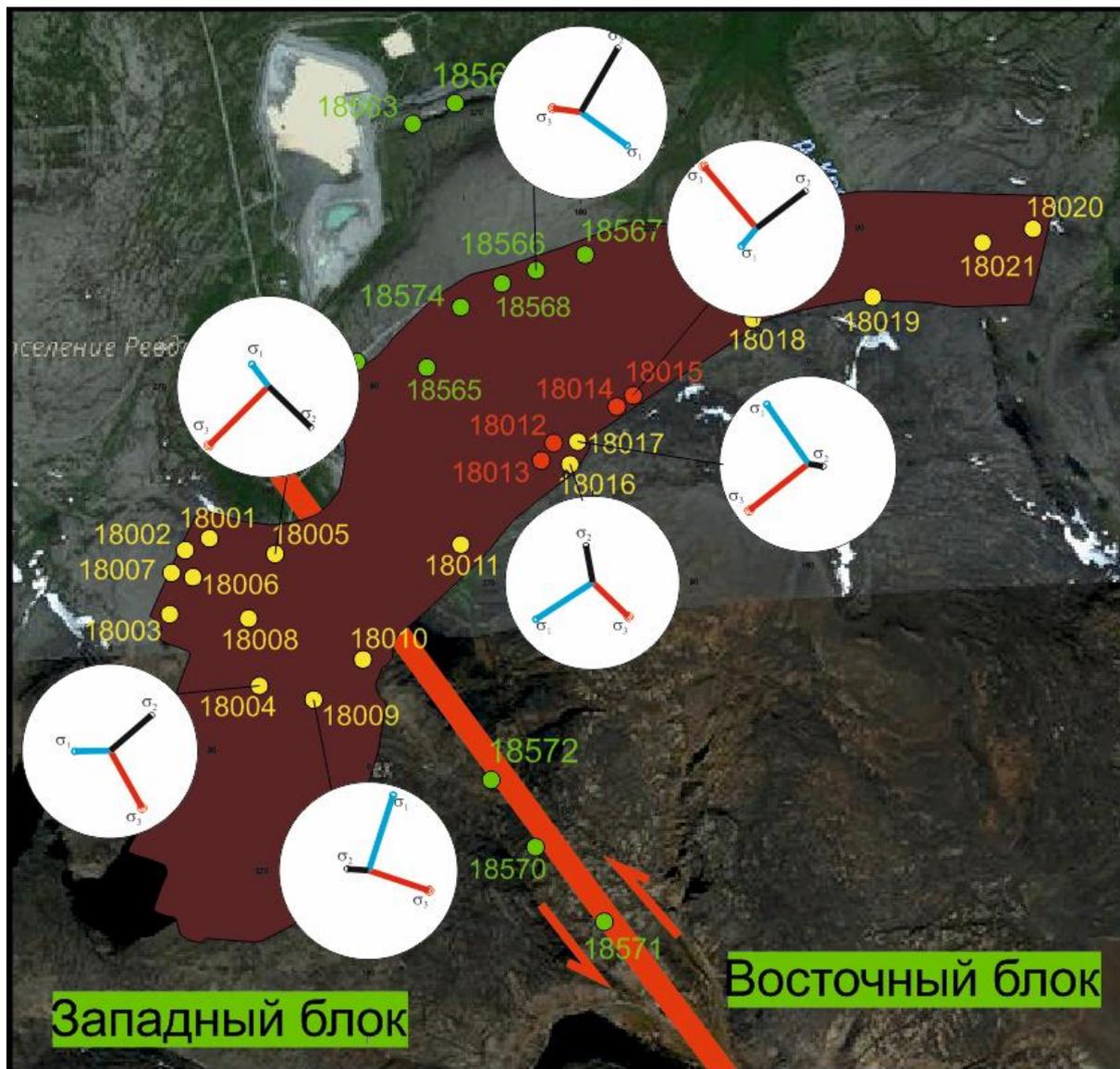
оси сжатия и растяжения в локальных точках вдоль разрывов. Получены 3 устойчивых определения левого сдвига в центральной и юго-восточной части разрыва. Северо-западная часть разрыва (граница массива и вмещающих пород) охарактеризована, как неустойчивая, потому что мегатрещины этой области образуют слишком хаотичный рисунок (рис. 1).



**Рисунок 1.** Результаты обработки Сейдозерского разрыва программой SimSGM (интерфейс и результаты дешифрирования). Чёрные стрелки – горизонтальной сжатие, белые стрелки – горизонтальное растяжение; зелёные штрихи – мегатрещины; зелёные овалы – окно учёта мегатрещин для расчёта локального стресс состояния в центре овала.

Для реконструкции напряженно-деформированного состояния с использованием полевых тектонофизических методов авторами во время полевых исследований собраны структурно-кинематические данные по геологическим индикаторам деформаций в пределах рудника «Карнасурт» и на естественных обнажениях, прилегающих к району расположения рудника.

Структурно-парагенетическим методом Расцветаева Л.М. [Расцветаев, 1987] и методом катакластического анализа разрывных смещений Ребецкого Ю.Л. [Ребецкий и др., 2017] в районе рудника повсеместно фиксируются оси максимального сжатия северо-восточного направления, за исключением нескольких точек наблюдений, в которых фиксируются оси максимального сжатия северо-западного направления [Маринин и др., 2019].



**Рисунок 2.** Расположение точек наблюдения с контуром рудника (точки наблюдения зеленым цветом - на поверхности, красным - рудный горизонт I 4, желтым - рудный горизонт II 4) и ориентировка осей главных напряжений по данным проведенной реконструкции при помощи метода катакластического анализа геологических индикаторов напряжений (на диаграммах, стереографическая проекция на верхнюю полусферу):  $\sigma_1$  - минимальных (растяжение, синий),  $\sigma_2$  - промежуточных (черный) и  $\sigma_3$  - максимальных (красный) сжимающих напряжений

Здесь стоит отметить, что разрыв как будто никак не влияет на ориентировку осей главных напряжений. И в западном и в восточном блоке наблюдается похожая ситуация и каких-либо четких изменений в связи с влиянием разрыва не обнаружено.

Также стоит заметить, что Сейдозерский левый сдвиг с простираем  $325^\circ$  может образоваться только при ориентировке оси максимального сжатия субширотно. А такое положение оси максимального сжатия практически нигде не фиксируется. При этом в соответствии с положениями структурно-геоморфологического метода Сим Л.А. этот разрыв образовался (или обновлен) в новейшее время.

Однако, инструментальными и математическими методами [Ловчиков, Савченко, 2013] в массиве фиксируются избыточные горизонтальные напряжения северо-западного и северо-восточного простирания, что и подтверждается структурными парагенезами, образовавшимися при таком сжатии. Данное противоречие еще предстоит подробно изучить в дальнейших исследованиях.

## **Выводы**

Это первое предложение раздела «Выводы». Таким образом, в результате работ определено, что Сейдозерский разрыв является левым сдвигом. Также замечено, что данный разрыв по всей видимости не сильно влияет на напряженно-деформированное состояние рудника, так как и в восточном и в западном блоках фиксируются схожие ориентировки главных осей напряжения. Противоречия с возрастом разрыва и возрастом геологических индикаторов деформаций требуют дальнейшего исследования.

## **Библиография**

1. Гордеев Н.А., Молчанов А.Б. Автоматизация структурно-геоморфологического метода реконструкции сдвиговых неотектонических напряжений Л.А. Сим // Геоинформатика. 2019. № 2. С. 25-33.
2. Корсакова О.П., Колька В.В., Савченко С.Н. Блочные структуры Кольского полуострова, их устойчивость в условиях природно-технических систем (на примере горных массивов Хибины и Ловозеро) // Вестник МГТУ. 2009. Т. 12. № 3. С. 478–491.
3. Ловчиков А.В., Савченко С.Н. Напряженное состояние горных пород вблизи очистных выработок на руднике «Карнасурт» // Вестник МГТУ. 2013. Т. 16. № 4. С. 741–747
4. Маринин А.В., Ловчиков А.В., Бондарь И.В. Напряженно-деформированное состояние горных пород северной части Ловозерского массива по данным изучения геологических индикаторов деформаций // Труды Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН. 2019. № 16. С. 369–372.
5. Расцветаев Л.М. Парагенетический метод структурного анализа дизъюнктивных тектонических нарушений. Проблемы структурной геологии и физики тектонических процессов. М.: ГИН АН СССР. 1987. Ч. 2. С. 173–235.
6. Ребецкий Ю.Л., Сим Л.А., Маринин А.В. От зеркал скольжения к тектоническим напряжениям. Методы и алгоритмы / Ю.Л. Ребецкий, Л.А. Сим, А.В. Маринин; отв. редактор Ю.Г. Леонов; Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН. М. Изд-во: ГЕОС. 2017. 225 с.
7. Сим Л.А. Изучение тектонических напряжений по геологическим индикаторам (методы, результаты, рекомендации) // Изв. ВУЗов. геол. и разв. 1991. № 10. С. 3-22.

***Особенности состава, строения и обоснование возраста джеспилитоносной вулканогенно-осадочной карсакпайской серии фундамента Южной части Улутауского массива (Центральный Казахстан)***  
***Данукалов Н.К.\* (ФГБУН ГИН РАН, danukalovka@yandex.ru),***  
***Третьяков А.А. (ФГБУН ГИН РАН, and8486@yandex.ru)***

**Аннотация**

В западной части Центрально-азиатского складчатого пояса широко распространены древние сиалические массивы, которые имеют схожее между собой строение. Их характерной особенностью является преобладание среди комплексов фундамента метавулканических пород кислого состава. Улутауский массив же отличается от остальных. В его строении выделяется несколько зон субмеридионального простираения. В центральной части располагается Карсакпайская синклиновая зона, в пределах которой широко распространены метавулканогенно-осадочные породы основного и среднего составов. Зону слагают комплексы двух серий: карсакпайской и белеутинской, по которым отсутствуют современные данные о составе и возрасте. Белеутинская имеет более разнообразное строение, с большой долей метавулкаников и метатуфов кислого состава. Для карсакпайской же характерен преимущественно основной состав метаморфизованных пород и их ассоциация с железистыми кварцитами. В работе будут рассмотрены петрографические, геохимические и геохронологические особенности карсакпайской серии и сделан вывод об условиях её формирования.

**Ключевые слова**

Вулканогенно-осадочные метаморфизованные комплексы, неопротерозой, задуговые бассейны, рециклинг, геохимическая интерпретация.

**Источники финансирования**

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 20-05-00108\_a.

**Теория**

В пределах Центрально-Азиатского складчатого пояса широко развиты сиалические массивы, сложенные докембрийскими комплексами. Научно доказано [10], что они сформировались в разных тектонических обстановках. В связи с этим, выделяется 2 основные группы. К первой относятся массивы северо-восточной и центральной частей пояса, которые характеризуются ювенильным корообразованием. Они сложены преимущественно раннеопротерозойскими (1-0,72 млрд.лет) породами различных частей палеоокеанического бассейна (комплексы СОХ, океанических островов, островных дуг, сопровождающие их осадочные породы, в которых преобладают ювенильные источники сноса, а также комплексы аккреционной призмы) и позднеопротерозойскими (0,72-0,59 млрд.лет) (рифтогенные постагреционные магматические комплексы, а также новообразованные офиолитовые комплексы). Ко второй группе относятся массивы западной части пояса, характеризующиеся внутриплитной переработкой комплексов раннедокембрийской континентальной коры. В их строении преобладают характерные кислые вулканические серии, сопровождающие их анорогенные граниты (850-750 млн.лет) и зрелые терригенные толщи. Геохимическая и изотопная характеристика магматических пород, а также

высокая доля в терригенных толщах палеопротерозойских и архейских обломочных цирконов, позволили сделать вывод о формировании этих комплексов в процессе переработки в неопротерозое более древних пород при участии внутриплитного ювенильного материала.

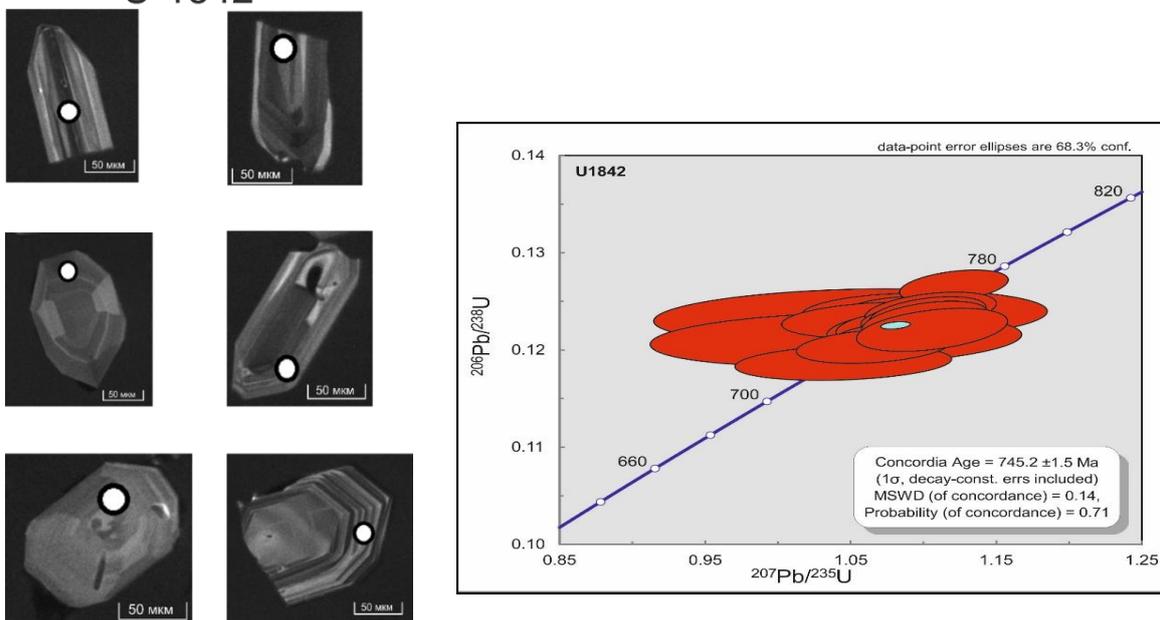
Особняком от остальных массивов западной части стоит Улутауский сиалический массив, который расположен на западе Центрального Казахстана. В его строении присутствуют вулканогенно-осадочные толщи основного и среднего составов. В пределах массива выделяется несколько зон субмеридионального простирания. На западе расположены Майтубинская и Байконурская зоны, в их строении преобладают метаморфизованные вулканогенно-осадочные толщи кислого состава, формировавшиеся в первой половине (~840 – 790 млн.лет) тонийского периода неопротерозоя [11]. Осевое положение занимает Центрально-Улутауская зона, сложенная гнейсами, сланцами и амфиболитами, которые формировались в течение тонийского периода неопротерозоя в интервале от 814 до 760 млн.лет. На востоке располагается Восточно-Улутауская зона, для которой характерны вулканогенно-осадочные толщи кислого состава, их образование происходило в конце (~760 млн.лет) тонийского периода неопротерозоя [7],[8]. К границе комплексов Майтубинской и Центрально-Улутауской зон приурочена узкая протяженная Карсакпайская синклиорная зона, отличающаяся широким распространением вулканитов основного и среднего состава. Также, это единственное место в пределах западной части Центрально-Азиатского пояса, где описаны железистые кварциты. Предшественниками в середине XX века местные джеспилиты характеризовались как типичные раннедокембрийские образования, аналогичные локализованным на Восточно-Европейской платформе.

Карсакпайскую зону слагают породы карсакпайской и белеутинской серий. В их строении присутствуют метавулканические породы основного, среднего и кислого составов, а также метаосадочные разности. Однако, для карсакпайской серии характерно резкое преобладание в разрезе пород основного состава и их нахождение в ассоциации с железистыми кварцитами. Эта серия была охарактеризована как джеспилитовая формация [5]. Белеутинская же серия имеет локальное распространение и более разнообразный состав с преобладанием метавулканических пород и метатиффов кислого состава. Ранее, в осадочных породах были найдены микрофоссилии позднедокембрийского возраста [1]. Вулканогенно-осадочные комплексы перекрыты боздакской серией, характеризующейся терригенным составом. Присутствие в последней популяции обломочных цирконов с неопротерозойскими оценками возраста, позволило предположить верхний возрастной предел образования комплексов в 800 млн.лет [3]. Более конкретные сведения о возрасте отсутствовали. Была поставлена цель: определить условия образования карсакпайской серии. Для её достижения проводились полевые работы в Южном Улутау в районе р.Белеутты и р. Шолаксай и дальнейшие петрографические, геохимические и геохронологические исследования. В строении карсакпайской серии выделяется 4 свиты снизу-вверх: бурмашинская, болбраунская, шагырлинская, биитская. Каждая из них представляет двухчленный макроритм из метавулканических и метаосадочных разностей. Серия сложена породами, метаморфизованными в зеленосланцевой фации, преимущественно это эпидот-хлорит-тремолитовые сланцы, хлорит-серицит-плагноклазовые сланцы, хлоритовые сланцы, а также кварциты, в том числе железистые.

Среди метамагматических разностей преобладают метаморфизованные пикробазальты и базальты ( $\text{SiO}_2 \sim 43-48,9$  мас. %,  $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O} \sim 2,1-4,6$  мас. %) толеитовой серии ( $\text{FeO}^*/\text{FeO}^*+\text{MgO} \sim 0,53-0,77$ ). Они обогащены HFSE (Th, U, Nb), деплетированы HREEs ( $(\text{Gd}/\text{Yb})_n - 1,5-2,8$ ), при этом обладают высокими Nb/Yb (3,3-6,7) и положительными  $\Delta\text{Nb}$  ( $(1,74 + \log(\text{Nb}/\text{Y}) - 1,92 \log(\text{Zr}/\text{Y})) = 0,72 - 1,66$ ), что указывает

на образование родоначальных расплавов из обогащенного мантийного источника на глубине стабильности граната [12],[14]. Менее распространенные различия соответствуют андезидацитам ( $\text{SiO}_2 \sim 62$  мас. %,  $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O} \sim 6,4$  мас. %) и риолитам ( $\text{SiO}_2 \sim 78$  мас. %,  $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O} \sim 4,7$  мас. %). Андезиты относятся к щелочно-известковой серии ( $\text{MALI}=3,5-4,8$ ) с высокой железистостью ( $\text{FeO}^*/\text{FeO}^*+\text{MgO} = 0,8$ ) и глиноземистостью ( $\text{ASI} = 1,7$ ) [13]. Риолиты относятся к известковой серии ( $\text{MALI}=3$ ), обладают пониженной глиноземистостью ( $\text{ASI} = 0,8$ ), но высокой железистостью ( $\text{FeO}^*/\text{FeO}^*+\text{MgO} = 0,8$ ). Для пород характерна слабая отрицательная Eu аномалия ( $\text{Eu}/\text{Eu}^* = 0,7-0,8$ ), обогащение LREEs ( $\text{La}/\text{Yb}$ )<sub>n</sub> 4,7-10) и LILEs (Cs, Rb, Ba) на фоне обеднения HREEs ( $\text{Gd}/\text{Yb}$ )<sub>n</sub> 1,8 – 1.9). Перечисленные характеристики сближают их с производными надсубдукционного магматизма. Ассоциация производных плавления обогащенной мантии и надсубдукционных вулканитов – это характерная особенность для обстановок задуговых бассейнов. Для аксессуарных цирконов из туфов андезидацитов получена U-Pb оценка возраста  $745 \pm 3$  млн лет (SHRIMP II).

U-1842



**Рисунок 1.** Изображения цирконов из туфов андезидацитов карсакпайской серии, выполненные в режиме катодолуминисценции и U-Pb изотопная диаграмма с конкордией для проанализированных кристаллов

Таким образом, протолитом метамагматических пород карсакпайской серии являлась дифференцированная вулканогенная ассоциация неопротерозойского возраста.

Также, в строении серии присутствуют метаосадочные породы, представленные метатерригенными и метахемогенными разностями. Терригенные представляют собой первично песчано-алевролитовую ассоциацию, были разделены на 2 типа по источникам сноса. К первому относятся сиферлиты [9], образовавшиеся при разрушении разновозрастных вулканитов преимущественно основного состава (низкие содержания Th и Zr, низкий индекс химического выветривания CIA, высокие значения фемического (ФМ) и железистого (ЖМ) модулей), ко второму – сиаллиты, образовавшиеся преимущественно за счет рециклинга более древних образований ( $\text{Pn} > 30\%$  [6], высокие значения Th и Zr, высокое Th/U). К хемогенным относятся метаморфизованные кремни, залегающие в нижних частях циклов, и железистые кварциты. Породы обладают в целом низкими концентрациями REEs в сравнении с PAAS, что отражает гидротермальное воздействие [2], а деплетированность LREEs свидетельствует о взаимодействии с морской водой.

## Вывод

Формирование вулканогенно-осадочных толщ карсакпайской серии происходило в конце неопротерозоя в задуговом бассейне в подводных обстановках, что способствовало накоплению как хемогенных, так и терригенных толщ, которые образовывались за счет эрозии одновозрастных вулканитов и поступления кластического материала из более зрелых источников. Железистые кварциты, таким образом, можно относить к неопротерозойским комплексам, ассоциирующим с вулканогенно-осадочными толщами, локализованными в фанерозойских складчатых поясах. Пример подобных комплексов - железистые кварциты группы Рапитан (Канада), формации Чуос (Намибия) и Эрзинского бассейна (Тува) [4].

## Библиография

1. Григайтис Р.К., Ильченко Л.Н., Краськов Л.Н. Новые палеонтологические данные по докембрийским отложениям Южного Улутау (Центральный Казахстан) // Изв. АН СССР. сер. геол. 1989. № 1. С. 68-79.
2. Гурвич Е.Г. Металлоносные осадки Мирового океана. М., Научный мир, 1998, 340 с.
3. Дмитриева Н.В., Летникова Е.Ф., Школьник С.И., Вишневская И.А., Каныгина Н.А., Николаева М.С., Шарф И.В. Неопротерозойские метавулканогенно-осадочные породы боздакской серии Южного Улутау (Центральный Казахстан): изотопно-геохимические и геохронологические данные // Геология и геофизика, 2016, т.57, № 11, С. 1969-1991.
4. Ильин А.В. Неопротерозойские железистые кварциты // Литология и полезные ископаемые, 2009. С. 87-95.
5. Милеев В.С., Розанов С.Б. Геология и тектоника докембрия Центрального Казахстана. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1976. 368 с.
6. Розен О.М., Аббясов А.А., Мигдисов А.А., Бреданова Н.В. Минеральный состав осадочных пород: расчет по петрохимическим данным (программа MINLITH) // Геология и разведка. 1999. № 1. С. 21—35.
7. Третьяков А.А., Дегтярев К.Е., Летникова Е.Ф., Каныгина Н.А., Данукалов Н.К., Иванов А.В. Возраст, строение и состав "древнейших" комплексов Улутауского докембрийского массива (Центральный Казахстан) // Материалы LI-го Тектонического совещания: Проблемы тектоники континентов и океанов: Тез. докл. М.: Изд-во ГЕОС, 2019. С. 298–301.
8. Филатова Л.И. Стратиграфия и историко-геологический анализ метаморфических толщ докембрия Центрального Казахстана. М.: Недра, 1983. 160 с.
9. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Основы литохимии // Санкт-Петербург, «Наука», 2000, 234 с.
10. Ярмлюк В.В., Дегтярев К.Е. Докембрийские террейны Центрально-азиатского орогенного пояса: сравнительная характеристика, типизация и особенности тектонической эволюции // Геотектоника, 2019, № 1, С. 3 – 43.
11. Degtyarev K., Yakubchuk A., Tretyakov A., Kotov A., Kovach V. 3 Precambrian geology of the Kazakh Uplands and Tien Shan: An overview // Gondwana Research. 2017. № 47. P. 44 – 75.

12. *Fitton J.G., Saunders A.D., Norry M.J., Hardarson B.S., Taylor R.N.* Thermal and chemical structure of the Iceland plume // *Earth and Planetary Science Letters*, volume 153, issue 3-4, 1997, P. 197-208.
13. *Frost B.R., Barnes C.G., Collins W.J., Arculus R.J., Ellis D.J., Frost C.D.* A geochemical classification for granitic rocks // *J. Petrol.* 2001. 42, P. 2033–2048.
14. *Pearce J.A., Stern R.J.* Origin of back-arc basin magmas: trace element and isotope perspectives // *Back-arc spreading systems. Geological, biological, chemical and physical Interactions.* Washington. *Geophys. Monogr.* 2006, P. 63–86.

*Кольцевые структуры на поверхности Земли и их генезис*  
*Измайлова А.А.\* (МГРИ-РГГРУ, fenekmangi@gmail.com),*  
*Головастов Д.А. (МГРИ-РГГРУ, goldan21@mail.ru),*

## Аннотация

Рассмотрены многочисленные кольцевые структуры на поверхности литосферы с позиции результатов геологических исследований. Обосновывается отсутствие импактных кратеров из числа широко известных «примеров».

## Ключевые слова

Импактные структуры, гравитационные процессы, вулканическая активность, кальдеры, метеорит, маары.

## Теория

Ежегодно огромное количество космических тел и частиц попадают на Землю, но с геологической точки зрения, доказательств о падении огромных тел из космоса на поверхность нашей планеты, с глобальными последствиями, у нас сегодня нет. Поэтому присутствие импактных кратеров, как доказательство падения крупных космических объектов, вопрос дискуссионный. Из-за этого по наши дни ведутся споры, в пользу какого происхождения сделать шаг – импактного или вулканической активности?

Для того чтобы пролить свет на данную проблему мы детальнее исследовали яркий пример, который обычно используют в качестве доказательства наличия таких структур на поверхности Земли – Аризонскую воронку (см. рис. 1). Забегая вперед отметим, что, если присмотреться к снимку повнимательнее, к примеру, с помощью программы Google Earth, то в пределах территории можно увидеть с десятков аналогичных, но меньшего диаметра, воронок.

Возраст этого образования оценивается в 50 тысяч лет. Считается, что около 50 тысяч лет назад в Аризонскую пустыню на скорости 12.8 — 20 км/с. врезался 50-ти метровый железно-никелевый метеорит. Произошедший взрыв был втрое мощнее взрыва от падения Тунгусского метеорита и образовал тот самый кратер диаметром 1.2 км глубиной 229 м. Однако есть основания поставить эту теорию под сомнение.

До начала XX века считалось, что этот кратер вулканического происхождения, пока в 1902 году горный инженер из Филадельфии Дэниел Барринджер не выдвинул гипотезу о том, что эта гигантская воронка образовалась в результате удара метеорита. Несмотря на затраченные средства и 26 лет жизни, ушедших на изучение, все усилия оказались тщетными – бурение дна воронки не помогло найти ни сам метеорит, богатый железом, никелем и платиной, ни следов его удара. Уже позднее оценки учёных показали, что метеорит должен был практически полностью испариться в атмосфере при столкновении с Землей.

Геологическое строение территории весьма интересно. В мезозое она представляла собой область активного магматизма. Закончилась активная фаза в кайнозое, вывод – ориентировочно 50-60 миллионов лет здесь дымились многочисленные кальдеры. В этом районе сегодня найдено огромное количество различных рудных месторождений. В

региональном плане это сегмент Тихоокеанского Огненного кольца. Территория геологически хорошо изучена, включая геофизические исследования.



*Рисунок 1. Аризонский кратер на карте Google Satellite Map*

Ученые хотели получить доказательства ударной природы структуры, но сами отмечают, что полученная модель схожа со структурой кимберлитовых трубок, в которых взрыв происходит в толще земных пород.

Однако отметим, что эта картина может иметь более простой характер и отвечать провалу одной из многочисленных кальдер, образовавшихся намного раньше, о чем было упомянуто выше. Этим же можно объяснить наличие в округе схожих по строению воронок. Обвал мог произойти вследствие гравитационных процессов, направленных на внутреннюю полость под поверхностью котлообразной впадины.

Механизм образования такой формы рельефа можно сопоставить с процессом образования карстовой воронки, где в роли вышележащих пород выступила обширная циркуобразная котловина вулканического происхождения.

Таким образом, мы получаем структуру с еще более крутыми склонами и воронкообразным дном, образовавшуюся вследствие провала кальдеры и прилегающей к ней местности.

Провал кальдеры является самым простым объяснением образования подобных воронок. Однако, воронки могут быть маарами, ведь при контакте лавы с грунтовыми водами происходит взрыв из-за обилия скопившегося газа. Чаще всего, кратер заполняется водой, как в случаях с вулканами на Алеутских островах, в кратере вулкана Узон на Камчатке, в вулканическом комплексе Айфель. Однако, есть примеры маар, незаполненных водой. К ним относятся кратер близ Неаполя, некоторые кратеры вулканов в Исландии. Возможно, к ним же относится и Аризонский кратер. В данных случаях можно подметить поразительное сходство форм рельефа с так называемыми «импактными кратерами», а значит, космическое происхождение ставится под сомнение.

Однако, известен и другой механизм образования структур схожих с кратерами. Когда базальтовая лава остывает, концентрация газов в какой то момент становится критической и происходит взрыв. Этим можно объяснить многочисленные воронки, расположенные вокруг Аризонского кратера.

Еще одним примером можно привести Тунгусский кратер. До сих пор нет единой теории происхождения этого кратера, но, принято называть данную форму рельефа кратером от падения метеорита. Однако, оснований называть данную структуру импактной практически нет.

Рассмотрим самые популярные теории происхождения этой воронки. Теория Фрэнсиса Уиппла гласит, что космическим телом был не метеорит, а комета. Примерно ту же теорию высказал Владимир Вернадский. Однако, предположив, что тело растаяло и рассыпалось в атмосфере, упускается механизм появления кратера, а так же мощное землетрясение, магнитудой около 5 баллов. Так же, существует теория рикошета космического тела от плотных слоев атмосферы, что вызывает те - же самые вопросы, что и в теории кометы.

Существует теория, высказанная Константином Циолковским о том, что крайне массивное каменное тело взорвалось на высоте около 30-40 км, ударной волной был повален лес и образована воронка, а основной массив тела продолжил полет по траектории и улететь мог, как до Атлантического океана, так и отскочить обратно в космос. Так же, в 2020 году, была создана модель падения металлического метеорита по касательной, что вызывает не меньше вопросов, как гипотеза, не имеющая прикладного объяснения.

Наиболее правдивой теорией представляется теория геофизика Владимира Епифанова и Вольфганга Кундта, которые пишут о крупном месторождении метана. Газ, скопившийся в результате вулканической активности взорвался, образовав гигантскую воронку. Район эпицентра известен своими крупными запасами природного газа, а в близлежащих деревнях постоянно наблюдается специфичный запах.

Установлено, что взрыв произошел на высоте около 2км. Однако, не будем забывать, что этот район сейсмически-активен. Малейшее колебание могло вызвать мощный выброс газа, который и взорвался. По сообщениям очевидцев, наблюдался болид в небе, однако, за болид, вероятно, была принята струя взрывающегося газа.

На примере Аризонского кратера и Тунгусского кратера мы убедились, что механизм образования импактных структур на Земле очень сомнителен. Существует множество известных примеров структур, не связанных с импактным происхождением, но имеющих схожее внешнее проявление, как например, остров Суртсей (Исландия). Образовался он в 1963 году после подводного извержения. На нем есть несколько кратеров, которые выглядят в точности, как, так называемые, импактные кратеры. Однако, с 1963 года на этот остров не упал ни один метеорит.

Аналогичным примером можно рассматривать кратер Дарваза, структура которого образована на месте газовых месторождений. Происхождение такой формы рельефа подобно карстовым процессам. В результате бурения скважины произошел обвал в каверну, из-за чего высвободилось обилие газа, которое решено было поджечь, чтобы тот не нанес вреда.

Благодаря исследованию реальных механизмов образования этих кратеров, можно понять, что импактные структуры сильно переоценены и их образование на Земле в принципе не доказано. А благодаря экспедиции Чанъэ-3, стало ясно, что импактные структуры могут быть переоценены и на поверхности Луны.

Фотографии с лунохода Юйту запечатлели обнажение пород с Луны. Как оказалось, они удивительно похожи на земные метаморфические породы, что дает основания предположить, что кратеры на Луне имеют не импактное происхождение, а относятся к механизмам образования коренных пород.

## **Выводы**

Таким образом, можно поставить под сомнение импактное происхождение многих кратеров на Земной поверхности, особенно учитывая неоспоримое сходство таких форм рельефа с последствиями привычных для Земли процессов.

Исследования, которые удастся проводить ученым современности, открывают все новые факты, которые играют в пользу не таких лиричных, более простых и реальных механизмов образования подобных форм рельефа. А так же любопытна природа таких кратеров на Луне. Природа таких структур на Земле вероятнее вулканическая, взрывно-газовая или же маары.

## **Библиография**

1. Зейлик Б.С. О происхождении дугообразных и кольцевых структур на Земле и других планетах (ударно-взрывная тектоника). М., Геоинформ, ОЦНТИ ВИЭМС, 1978
2. Зейлик Б.С. Ударно-взрывная тектоника и краткий очерк тектоники плит. Алма-та. «Гылым». 1991. 120 с.;
3. В. Л. Масайтис. Там, где алмазы. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2016. – 384 с.
4. Алексей Печников @N-Cube Geoscience R&D and Geophysical Modeling
5. Горная энциклопедия. — М.: Советская энциклопедия. Под редакцией Е. А. Козловского. 1984—1991. 6. Лесненко В.К. Мир озер. — М.: Просвещение, 1989. — С. 18. — 158 с.

*Природа Главного Уральского разлома в южноуральском сегменте*

*Кисин А.Ю. (Институт геологии и геохимии УрО РАН, Уральский государственный горный университет, [kissin@igg.uran.ru](mailto:kissin@igg.uran.ru))*

**Аннотация**

Предлагается альтернативная точка зрения на природу Главного Уральского разлома (ГУР) на Ю. Урале, основанная на представлениях о блоковой складчатости земной коры, анализа регионального профиля Уралсейс-95 (сверхглубокое ОГТ) и современного рельефа. На основании этого предполагается, что ГУР образовался в позднем палеозое в результате коллизионно-складчатых процессов: широтное сокращение-утолщение коры восточного склона при ее движении на запад вызвало нисходящее тектоническое течение нижней коры, формирование корово-мантийной смеси и ее выдавливание вверх, с формированием горного рельефа и козырьковых структур.

**Ключевые слова**

Геотектоника, Главный Уральский разлом, коллизия, горообразование

**Теория**

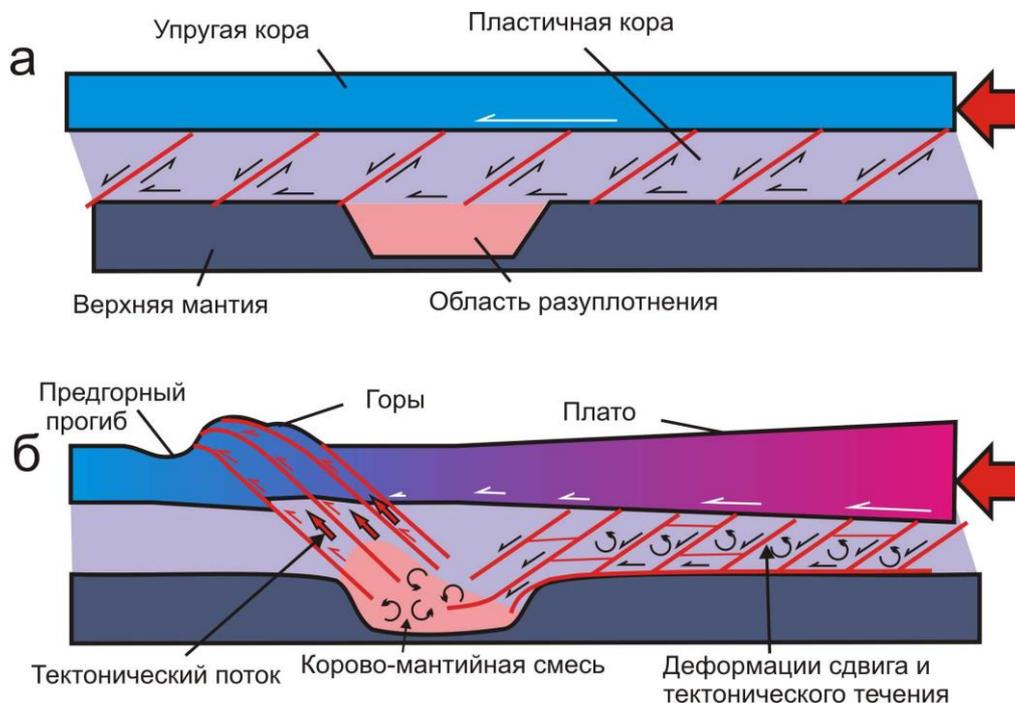
Считается, что Главный Уральский разлом (ГУР) разделяет пассивную (на западе) и активную (на востоке) плиты. Его иногда называют сутурой или надвигом. ГУР же разделяет Горный Урал (на западе) и платообразное поднятие (на востоке). В геологическом строении Горного Урала преобладают терригенно-осадочные и карбонатные породы рифейского, реже палеозойского возраста, сильно деформированные; встречаются тектонические блоки древнего кристаллического фундамента, например, Тараташский, лежащий на девонских отложениях. Кроме того, в настоящее время Горный Урал испытывает неотектоническое поднятие. Все выше приведенные определения природы ГУР не могут удовлетворительно объяснить изложенные факты. В связи с этим предлагается альтернативная точка зрения на природу ГУР на Ю. Урале, основанная на представлениях о блоковой складчатости земной коры, анализа регионального профиля Уралсейс-95 (сверхглубокое ОГТ) и современного рельефа.

Автором ранее была предложена модель блоковой складчатости реологически и тектонически расслоенной земной коры [1], которая реализуется в условиях коллизии (рисунок 1). Работа осуществляется тектонопарой «надвиг-продольный изгиб». Тектоническая энергия сжатия фокусируется на ядро складки, трансформируется в тепловую и другие виды энергии, вызывая глубокие структурно-вещественные преобразования коры, включая массовые перемещение вещества, метаморфизм и магматизм. Складчатости, как таковой, не возникает: плита укорачивается, утолщается и остается квазиплоской. Так формируется платообразное поднятие в различной степени метаморфизованных пород, с интрузиями пород среднего и кислого состава. Поскольку восточнее такого поднятия на Урале не наблюдается крупных жестких массивов (плит), которые могли бы выступить в роли индентора, то остается только предполагать действие массовых сил, природа которых пока остается не установленной.



**Рисунок 1.** Принципиальная схема действия модели блоковой складчатости (1 – начало коллизии и возникновение системы надвигов, 2 – работа тектонопары «надвиг-продольный изгиб»)

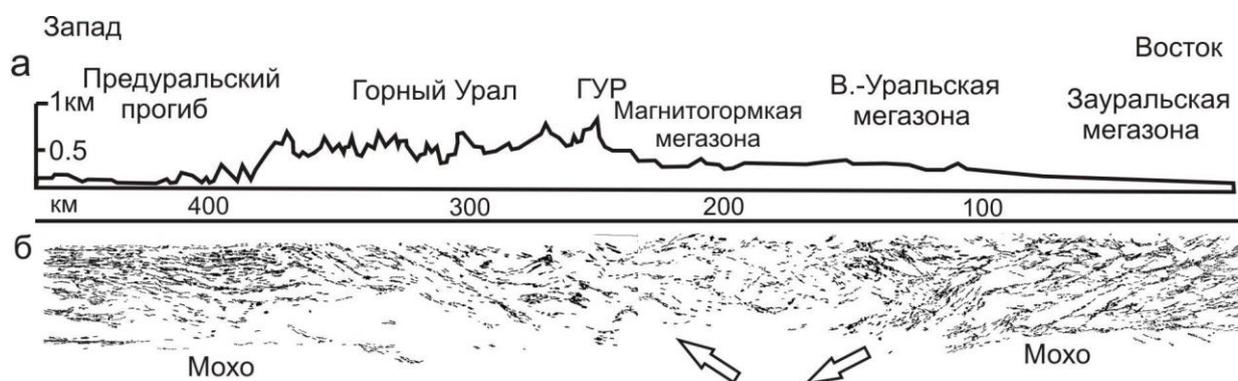
Таким образом, в результате образования блоковой складчатости участок земной коры укорачивается/утолщается, а в пластичном слое нижней коры возникает тектоническое течение, согласное с действием массовых сил. В случае однородности реологических свойств верхней мантии, все завершилось бы образованием плато. При наличии участка реологически ослабленной верхней мантии, но отсутствия деформации (утолщения/укорочения) коры при ее горизонтальном движении никаких заметных изменений ее рельефа не произошло бы (рисунок 2а). В случае названных деформаций коры, можно ожидать внедрения тектонического потока в зону разуплотненной верхней мантии и возникновения корово-мантийной смеси, образующий восходящий тектонический поток (рисунок 2б), приподнимающий



**Рисунок 2.** Возможный вариант горообразования при коллизии: а – горизонтальное скольжение не деформируемой коры над областью разуплотненной верхней мантии, б – то же, с укорочением/утолщением коры

упругую кору. Кора раскалывается на пластины, дифференцированнодвигающиеся круто вверх, постепенно выполаживаясь и образуя козырьковые структуры и горный рельеф. Между пластинами внедряется корово-мантийная смесь, представленная на поверхности массивами ультрабазитов, также иногда образующие козырьковые структуры. ГУР является крайней к востоку и самой крупной линейной структурой протыкания коры корово-мантийной смесью.

Совершенно очевидно, что данный механизм будет немедленно запускаться при возникновении даже незначительного движения правого фланга модели в направлении левого фланга. На рисунке 2б мы видим, что нисходящий и восходящий тектонические потоки образуют подобие «цветковой структуры», структуры тектонического раздавливания, часто привлекаемой для объяснения глубинного строения Урала по профилю Урсейс-95 [2]. Действительно, такую структуру можно предполагать глядя на рисунок 3б, без учета морфологии рельефа по профилю (рисунок 3а): такой ассиметричный рельеф противоречит идее тектонического раздавливания.



**Рисунок 3.** Субширотный разрез через Южный Урал по Уралсейс-95: а – профиль рельефа, б – сейсмический образ (стрелки – направление предполагаемого тектонического потока)

Противоречит этой идее и характер структурного рисунка правой и левой частей разреза. По нашему мнению, правая часть разреза указывает на движение верхней коры на запад, с образованием нисходящего тектонического потока, который «теряется» вместе с потерей отчетливой границы Мохо. Под Магнитогорской мегазоной структурный рисунок сейсмического образа меняется на противоположный, отвечающий восходящему тектоническому потоку. В рельефе его выходу к поверхности соответствует горный рельеф. В структурном рисунке хорошо просматриваются и козырьковые структуры, объясняющие вывод глубинных пород к дневной поверхности. Надо принять во внимание то, что Урсейс-95 отражает состояние уральской коры на время выполнения проекта. Иначе говоря, это структура новейшей тектоники Южного Урала или, вероятно, тектонической активизации структур позднепалеозойской коллизии.

## Выводы

В результате позднепалеозойской коллизии земная кора на Урале испытала сложные деформации, горизонтальное укорочение в одном направлении и вертикальное утолщение, с образованием платообразного поднятия. Вследствие этого в пластичной нижней коре возникло нисходящее тектоническое течение, которое на участке разуплотненной верхней мантии создало корово-мантийную смесь. Из области разуплотнения тектонический поток уже направлен по восходящей, что сопровождалось

горообразованием и возникновением козырьковых структур. ГУР образовался в результате внедрения корово-мантийной смеси в разломы верхней коры в позднепалеозойское время. В настоящее время наблюдается активизация позднепалеозойских коллизионных структур, и обновление рельефа к западу от ГУР.

*Работа выполнена в рамках темы государственного задания ИГГ УрО РАН (гос. регистрации № АААА-А18-118052590028-9).*

### **Библиография**

1. Кисин А.Ю., Коротеев В.А. Блоковая складчатость и рудообразование. - Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2017. 346 с.
2. Глубинное строение и геодинамика Южного Урала (проект Уралсейс). - Тверь: Изд-во ГЕРС, 2001. - 286 с.

***Решение задачи при помощи аэрогеофизических методов  
Кутэкула Р.М.\* (МГРИ, romorkiteculo@gmail.com), Лобанов А.М. (МГРИ,  
lobannet@mail.ru)***

## **Аннотация**

Аэрогеофизика — специализированная компания, выполняющая все виды аэрогеофизических работ, задачами, решаемые с применением аэрогеофизических методов, в частности, при геологическом картировании проводимом ГНПП «Аэрогеофизика». Мною изучены и представлены описания технологий для решения геологических задач, с устройством геофизической аппаратуры, методам ее использования в процессе проведения полевых работ и методами обработки результатов измерений, а также с организацией работы подразделений ГНПП и экономикой.

## **Ключевые слова**

Аэромагнитная съемки, аэрогамма-спектрометрическая съемки, аэроэлектроразведка методом дипольного индуктивного профилирования, схема тектонического районирования территории масштаба 1:200000 по материалам комплексной аэрогеофизической съемки, предварительная уточненная схема границ минерагенических таксонов (рудных районов, зон, узлов), Cs-3.

## **Теория**

Целью аэрогеофизических комплексных работ ГНПП "АЭРОГЕОФИЗИКА" масштаба 1:50 000 является обеспечения геолого-съёмочных работ масштаба 1:200000 и оценки перспектив территории на твердые полезные ископаемые на площади листов М-47-I, VII (Харал-Тапса-Кахемский участок). Для выполнения поставленной задачи были проведены аэрогеофизические работы методами магнитной, электроразведочной гаммаспектрометрической съёмок.

## **Результаты работ**

По результатам полевых аэрогеофизических работ была проведена цифровая обработка материалов съёмки, построены цифровые модели геолого-геофизических полей, составлены комплекты окончательных геофизических карт масштаба 1:200 000 и в электронном виде масштаба 1:50 000 листов М-47-I, VII (Харал-Тапса-Кахемский участок), включающих карты: изолиний аномального магнитного поля; изолиний локальной составляющей аномального магнитного поля; изолиний мощности дозы суммарного гамма-излучения; изолиний содержания калия, тория, урана; эффективных сопротивлений (проводимостей) на частотах 130 Гц, 520 Гц, 2080 Гц, 8320 Гц; цифровые модели относительных превышений рельефа местности; схемы фактических линий полетов.

## **Аппаратура и оборудование**

Аэрогеофизическая съёмка выполнялась комплексной аэрогеофизической станцией, включающей в себя магнитный, электромагнитный и гамма-спектрометрический блоки, навигационные и регистрирующие устройства. Непосредственно в полете на жесткий диск бортового компьютера проводилась запись

величины модуля полного вектора магнитного поля, данных аэрогамма-спектрометрической съемки в форме полного спектра, распределенного 256 каналам, атмосферного давления и температуры забортного воздуха, аппаратурно-технических параметров электроразведочного канала, данных бортовой навигационной системы и высоты полета по показаниям радиовысотомера. Магниточувствительный датчик и датчики электромагнитного поля размещались в выпускной гондоле на трос-кабеле длиной 70 метров, детекторы гамма-спектрометра, генератор электромагнитного поля, навигационное оборудование и регистрирующая часть станций располагались на борту летательного аппарата. (рисунок 1).



*Рисунок 1. Вертолет Ми-8АМТ, оборудованный аэроэлектроразведочной системой*

#### *Аппаратура для дистанционных методов*

Аэромагнитометрия — традиционный метод в аэрогеофизических исследованиях, применяющийся для решения весьма широкого класса геологических и других задач. В последнее десятилетие, в связи с интенсивным использованием квантовых (в основном цезиевых) датчиков, существенно повысилась чувствительность приборов и частота измерений. В настоящее время чувствительность в 0,001 нТл при 10 измерениях в секунду является практически отраслевым стандартом в Мире.

В ГНПП «Аэрогеофизика» в 70-х годах использовались отечественные квантовые БТМ, КАМ-28 и протонный ЯМБ-3 магнитометры, и протонные магнитометры G-801/3В фирмы Geometrics и фирмы Zander, обеспечивая чувствительность 1 нТл при 1 измерении в секунду. Применялись варианты жесткого крепления магниточувствительных датчиков с аналоговыми компенсаторами и варианты магниточувствительных датчиков, буксируемых в гондолах.

#### *Аэромагнитная съемка*

Измерения модуля полного вектора индукции магнитного поля производились высокочувствительным квантовым цезиевым аэромагнитометром «Aeromaster - 100». Электронные блоки магнитометра, интерфейсные блок и система сбора данных

разработаны в АО «ГНПП «Аэрогеофизика», датчик (Cs-3) и базовый электронный блок датчиков производства фирмы «Scintrex» (Канада). Магнитометр характеризуется высокой пороговой чувствительностью (0.001 нТл), быстродействием (до 100 изм/сек), устойчивостью к градиенту магнитного поля (до 20000 нТл/м), широким рабочим диапазоном (17000÷100000 нТл), большой активной зоной ( $15^\circ \square 75^\circ$ ) между осью датчика и вектором поля, широким диапазоном рабочих температур (от  $-40^\circ$  до  $+50^\circ$ ), высокими помехо- и виброустойчивостью. Датчик магнитометра размещался в выпускной гондоле на трос-кабеле длиной 70 м.

*Аэроэлектроразведка методом ДИП*

Для аэроэлектроразведки методом ДИП использовался аппаратный комплекс EM-4H (ДИП-А-4.2) производства ЗАО «Геотехнологии» (Россия). Аппаратурой в процессе полета измеряются аппаратурно-технические параметры, по которым в режиме постобработки вычисляются реальные и мнимые компоненты магнитной составляющей электромагнитного поля по всем трем ортогональным компонентам на каждой из четырех частот, угол наклона большой полуоси эллипса поляризации в системе координат гондолы и отношения проекции полуосей эллипса поляризации электромагнитного поля на вертикальную плоскость, проходящую вдоль линии полета.

*Аэрогамма-спектрометрия*

Для проведения аэрогамма-спектрометрической съемки использовались цифровые 1024 канальные спектрометры RSX-500 («Radiation Solution», Канада), с полициновыми детекторами NaI(Tl), общей емкостью 32 л. В процессе регистрации спектр приводится к 256 каналам. Энергетическое разрешение составных блоков детекторов на рудных моделях Cs по линии 0,662 МэВ составило не более 11 %. Диапазон регистрации спектра гамма-излучения  $0,38 \div 5,0$  МэВ. Шаг регистрации спектра по энергетической шкале – 12 кэВ. Частота регистрации - 1 сек.

В комплект аппаратуры входят:

- два блока полициновых детекторов NaI (Tl) RSX-4;
  - 1024 канальный спектрометр с системой автостабилизации по фотопикам естественных радионуклидов;
  - датчики измерения забортной температуры воздуха и атмосферного давления;
  - система сбора данных, включая бортовое программное обеспечение;
- Спектрометр обладает высоким быстродействием, таким, что инерционность аппаратуры («мертвое время») пренебрежимо мала.

## **Выводы**

Навигационное обеспечение работ осуществлялось с помощью специального программно-аппаратного комплекса «Люцман», разработанного в АО «ГНПП «Аэрогеофизика». Комплекс включает в себя систему активного самолетовождения, визуализации регистрируемых во время съемочного полета данных и их записи на жесткий диск бортового компьютера. Навигационный блок системы базируется на использовании спутникового навигационного приемника совмещенного созвездия GPS+GLONASS JGG-20 («Javad», США). Эта система позволяет вести одновременную работу со спутниками серии «GPS» (США) и «ГЛОНАСС» (Россия).

## **Библиография**

1. Инструкция по магниторазведке, Л. «Недра», 1981.
2. Инструкция по электроразведке, Л. «Недра», 1984.
3. Смыслов А.А. Уран и торий в земной коре. Л., Недра, 1974.

***К вопросу об устойчивости искусственных массивов на основе некондиционных материалов***

***Костина М.А.\* (ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»), korneychuk@bsu.edu.ru, Рубашкина Т.И. (ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»), rubashkina@bsu.edu.ru***

**Аннотация**

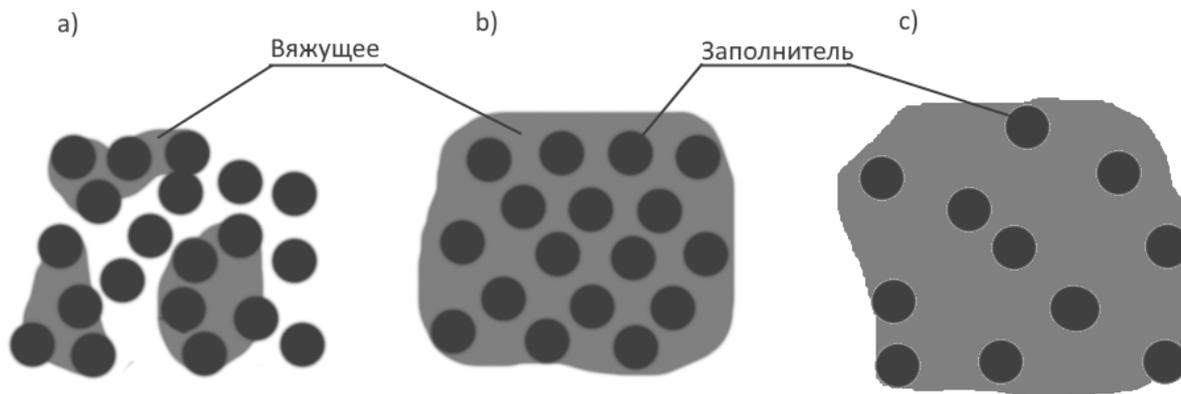
Для устойчивости искусственного массива необходимо обеспечить его прочность, достаточную для безопасного ведения горных работ. Прочность искусственного массива непосредственно зависит от состава твердеющей закладочной смеси, плотности упаковки инертного заполнителя и вяжущей части.

**Ключевые слова**

Твердеющая закладка, прочность, гранулометрический состав, искусственный массив.

**Теория**

Система разработки нисходящей слоевой выемкой с твердеющей закладкой эффективно применяется для выемки неустойчивых ценных руд в сложных горно-геологических условиях. Данная система позволяет снизить потери и разубоживание руды, а также повышает безопасность ведения горных работ. Увеличение прочности массива достигается благодаря постоянному совершенствованию составов твердеющей смеси. Для приготовления твердеющих закладочных смесей используются как традиционные строительные материалы (песок, цемент, песчано-гравийная смесь и т. д.), так и отходы производства (сталеплавильный и доменный шлак, хвосты обогатительных фабрик, зола-унос ТЭЦ и т.д.), что накладывает ряд экологических, экономических и других ограничений на выбор промышленных составов твердеющей закладки. Зачастую в качестве компонентов для изготовления твердеющей закладочной смеси горнодобывающие предприятия используют материалы, находящиеся в непосредственном доступе. Однако, данные материалы не всегда соответствуют нормативным требованиям. Твердеющие закладочные смеси включают вяжущие материалы, инертные заполнители, воду и пластификаторы. При этом стоимость твердеющей закладки, вследствие дороговизны вяжущего материала, намного превышает стоимость остальных и применяется в строго определенных случаях и при условии обеспечения полной окупаемости материалов и работ по закладке [1]. В своих работах многие ученые [3-7] обратили внимание на дисперсность, используемых при изготовлении твердеющей закладочной смеси, материалов и их влияние на формирование устойчивых структурных новообразований. Максимальное заполнение промежутков между зёрнами инертного заполнителя и вяжущим обеспечивает плотность укладки, что, в свою очередь, влияет на прочность искусственного массива. В работе [2] представляют твердеющую закладочную смесь как полидисперсную систему «вяжущая часть –заполнитель», в которой зёрна заполнителя (более крупные) образуют пространственный скелет, а промежутки между ними заполняются дисперсными (более мелкими) частицами вяжущей части, то в зависимости от количественного соотношения заполнителя и вяжущей части можно получить три модели плотности упаковки (рис. 1).



**Рисунок 4.** Модели плотности упаковки инертного заполнителя и вяжущего: а) недостаток вяжущей части; б) плотная упаковка заполнителя; в) избыток вяжущей части.

Для того, чтобы после твердения полидисперсная система была плотной и прочной необходима максимально плотная упаковка зернового скелета заполнителя и оптимальное количество вяжущей части (рис.1, б). Выполнение первого условия достигается оптимизацией гранулометрического состава заполнителя, а выполнение второго условия напрямую зависит от плотности упаковки зернового скелета заполнителя. Недостаток вяжущей части (рис. 1, а), а также и его избыток (рис. 1, в) не позволяет получить максимально плотную структуру искусственного массива и как следствие требуемой прочности и устойчивости при обработке. Если в качестве заполнителя используется тонкий песок с высоким содержанием глинистых и пылевидных частиц, то для образования прочной полидисперсной системы необходимо будет использовать большое количество воды и дорогостоящего вяжущего – портландцемента. С целью снижения расхода дорогостоящего портландцемента авторами [8] предлагаются различные составы с частичной заменой вяжущего молотым доменным шлаком. Однако эти предложения целесообразны для более крупного заполнителя, с модулем крупности более 1,5 и не могут применяться для тонких песков, так как с добавлением молотого шлака в состав смеси добавляется мелкая фракция, которой и так в избытке. Для увеличения модуля крупности песка предлагается произвести обогащение песка путем введения в него отсева доменного металлургического шлака фракции 0-5 мм. Данный шлак имеет показатели крупного песка, не содержит глинистых компонентов, удельная поверхность частиц в 2.0 – 2.5 раза ниже, чем у песков, не требует никакой дополнительной обработки (отсева, помола и т. п.), характеризуется сравнительно невысокой стоимостью. Кроме того, у исходных песков и шлаков близкие значения истинной плотности, что упрощает задачу подбора составов не расслаивающихся закладочных смесей (таблица 1).

В ходе проведения экспериментов было выявлено, что при добавлении в состав заполнителя отсева доменного гранулированного шлака фракции 0 – 5 мм модуль крупности комплексного заполнителя повышается, а удельная поверхность зерен и содержание пылевидных и глинистых частиц снижается пропорционально доли введенного шлака (таблица 2).

Таблица 1

Физико-технические свойства песка и доменного металлургического шлака

Наименование материала	Остатки, % по массе, на ситах с размером отверстий, мм						Модуль крупности, $M_k$	Содержание глинистых и пылевидных частиц, %	Теоретическая удельная поверхность, $кг/м^2$
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	<0,16. в т.ч. глинистые			
Песок тонкий	частные						0,73 тонкий	19,10	19,45
	0,11	0,14	0,81	3,24	62,52	33,18			
	полные								
Шлак	0,11	0,25	1,06	4,30	66,82		2,65 крупный	-	7,69
	частные								
	2,07	10,63	52,35	24,40	6,39	4,15			

Таблица 2

Физико-технические свойства оптимизированного комплексного заполнителя

№ п/п	Содержание исходных компонентов, %		Модуль крупности, $M_k$	Содержание глинистых и пылевидных частиц, %	Теоретическая удельная поверхность, $кг/м^2$
	песок	шлак			
Песок тонкий					
1	100	0	0,60	18,29	19,45
2	75	25	1,11	13,71	17,58
3	60	40	1,42	10,97	16,23
4	50	50	1,62	9,14	15,20

Для доведения тонких песков до кондиционного состояния (до модуля крупности 1.5 и более) можно добавлять около 40 % шлакового отсева. Больше добавление отсева доменного шлака является не эффективным, так как ухудшаются реологические свойства закладочной смеси. Для исследования влияния оптимизации в сторону укрупнения тонких закладочных песков на реологические и прочностные свойства твердеющей закладки в лабораторных условиях были разработаны и исследованы контрольные образцы-кубы на основе исходных песков и экспериментальные — на комплексном заполнителе. Полученные результаты приведены в таблице 3.

Видно, что с увеличением доли шлака в составе комплексного заполнителя снижается его водопотребность, а, следовательно, и расход цемента на 11 – 16 %. При этом сохраняются связность (водоотделение 1.2 – 2.8 %) и транспортабельные свойства закладочной смеси (растекаемость 220 мм); увеличивается плотность и прочность твердеющей закладки на 20 % по сравнению с контрольным составом (без шлака).

Таблица 3

Составы закладочной смеси на оптимизированном заполнителе

№ п/п	Состав заполнителя, %		Расход материалов на 1 м <sup>3</sup> закладочной смеси			Снижение расхода цемента и воды, %	Плотность смеси, кг/м <sup>3</sup>	Растекаемость, мм	Прочность, МПа
	песок	шлак	цемент	вода	заполнитель				
Песок №1 (белый)									
1	100	0	500	416	969	-	1885	220	2,98
2	75	25	468	389	1078	6,47	1935	220	3,20
3	60	40	448	373	1143	10,35	1965	220	3,33
4	50	50	435	362	1187	12,93	1984	220	3,42

## Выводы

Таким образом, использование в качестве укрупняющего компонента заполнителя отсева доменного гранулированного шлака фракции 0 – 5 мм позволяет повысить модуль крупности полученного комплексного заполнителя до рекомендуемого для цементно-песчаных твердеющих смесей (1.5) и наполовину снизить содержание в нем глинистых и пылевидных частиц. В результате чего, после твердения будет получена прочная и плотная полидисперсная система. Также изготовление комплексного заполнителя позволит уменьшить расход цемента при изготовлении твердеющей закладочной смеси с сохранением нормативной прочности и необходимых реологических свойств.

## Библиография

1. Байконуров О.А. Подземная разработка месторождений с закладкой / О.А. Байконуров, Л.А. Крупник, В.А. Мельников // Алма-Ата.: Наука, 1972. 384 с
2. Белов В.В. Компьютерное оптимизирование зерновых составов строительных композитов на основе цементно-минеральных смесей / В.В. Белов, И.В. Образцов // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2014. № 3 (29). С. 172-178.
3. Волков Е.П. Совершенствование технологии и оборудования для утилизации твердых промышленных отходов путем добавления их в состав литых твердеющих закладочных смесей / Е.П. Волков, А.Ю. Стовманенко, А.Н. Анушенков // Известия Уральского государственного горного университета. 2017. Вып. 4 (48). С. 84-89.
4. Гоготин А.А. Технология закладки выработанного пространства смесями на основе отходов обогащения руд / А.А. Гоготин, А.В. Сараскин // Горный журнал, 2017. № 9. С. 41-45.
5. Кузьменко А.М. Твердеющая закладка при отработке рудных крутых залежей в сложных горно-геологических условиях: монография / А.М. Кузьменко, М.В. Петлёванный, В.Ю. Усатый; М-во образования и науки Украины, Гос. высшее учебное заведение "Нац. горн. ун-т". - Днепропетровск: НГУ, 2015, 140 с.
6. Лесовик Г.А. Пути повышения эффективности использования закладочных смесей / Г.А. Лесовик // Наука, Техника и Технология XXI века (НТТ-2009):

Материалы IV Международной научно-технической конференции. – Нальчик, 2009. С. 376-379.

7. Монтянова А.Н. Опыт и эффективность применения пластифицированных закладочных смесей / А.Н. Монтянова, А.В. Трофимов, А.Е. Румянцева, В.Б. Вильчинский, Ю.Н. Наговицин // Вестник МГТУ им. Г.И. Носова, 2019. Т.17 № 1. – С. 18-25
8. Рубашкина Т.И. Твердеющие закладочные смеси на основе некондиционных природных песков / Т.И. Рубашкина, М.А. Корнейчук // Горный журнал, №10, 2020, С. 84-90.

***Три волновые пары – платформа-бассейн в северном полушарии Земли  
Кочемасов Г.Г. (ИГЕМ РАН, пенсионер, kochem.36@mail.ru)***

**Аннотация**

Правильная сеть докембрийских платформ (кратонов) на Земле свидетельствует о геометрически регулярной структуре. Три пары платформа-бассейн в северном полушарии являются частью глобальной сети. Это Восточно-Европейская платформа-Прикаспийская синеклиза, Северо-Американская платформа-Мексиканский бассейн, Восточно-Сибирская платформа- Восточно-Китайский бассейн. Алмазы и углеводороды-характерные полезные ископаемые этих блоков.

**Ключевые слова**

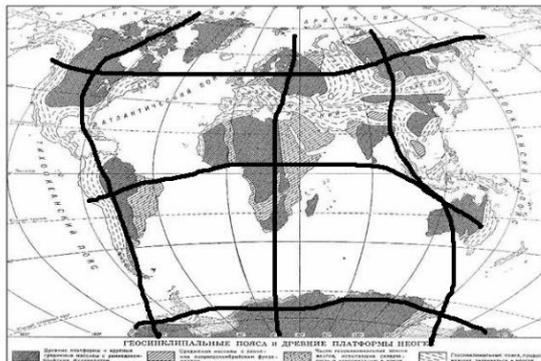
Платформы, щиты, бассейны, регулярная структура, алмаз, углеводород.

**Теория**

Полярный круг пересекает цепь из трех платформ: Восточно-Сибирская, Восточно-Европейская, Северо-Американская. Они являются частью сети из древних тектонически поднятых областей литосферы, разделенных океанами (включая древний Западносибирской низменности) (Рис.1). Такая сеть поднятий (платформ), разделенных опущенными блоками в северном полушарии, свидетельствует о его волнообразном строении.

Три глобальных поднятых блоков в северном полушарии Земли- Восточно-Европейская, Сибирская и Северо-Американская платформы (кратоны)-имеют свои противоположности (бассейны) в нескольких тысячах километров южнее. Это Прикаспийский и Мексиканский бассейны и Великая Китайская равнина с Желтым морем. Эти волновые пары имеют в своих пределах наиболее поднятые участки-щиты и наиболее опущенные участки-моря. Скандинавский щит-Каспийское море, Канадский щит-Мексиканский залив, Анабарский щит-Желтое море. Такая правильная антисимметрия (+ и -) свидетельствует о ее волновой природе.

Наиболее древние, глубоко эродированные части платформ представляют их ядра. Представляет интерес закономерный переход этих поднятий (+) в интенсивно опущенные (погруженные) области (-) через складчатые пространства. Остановимся на трех хорошо изученных таких «тектонических парах»: Балтийский щит-Прикаспийская синеклиза, Канадский щит-Мексиканский бассейн, Анабарский и Алданский щиты-Большая Китайская равнина с Желтым морем.



**Рисунок 1.** Планетарная решетка, в узлах которой расположены древние платформы. Регулярное расположение древних платформ в литосфере Земли – свидетельство волновой тектоники.



**Рисунок 2.** Три волновые пары- платформа-бассейн в северном полушарии Земли.

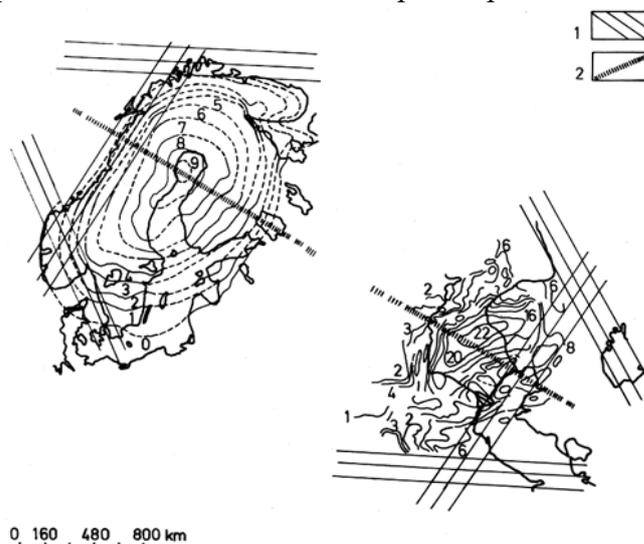
Сеть поднятых платформ, разделенных опущенными областями (Рис. 1), представляет волнообразное строение литосферы. Отражается это и на других ее компонентах. Очень показательным является распределение разновидностей алмазов и углеводородов (см. ниже).

Симметрична по расположению относительно СВ оси симметрии Восточно-Европейской платформы, но антисимметрична по типу движений тектонопара Балтийский щит – Прикаспийская синеклиза (Рис.3). Щит постоянно поднимался с некоторыми перерывами, начиная с глубокого докембрия (снятие ледовой нагрузки лишь усилило этот тектонический подъем), и денудация обнажила породы, образовавшиеся на глубинах в 10-20 км. В тот же период времени в прогибающейся с некоторыми перерывами синеклизе накапливались осадочные толщи мощностью до 20 км (Рис.3). Поднятие означает расширение, и образовывавшиеся трещины заполнялись интрузивным материалом (от гранитов до кимберлитов). Опускание означает сжатие, и пластичные соленосные толщи выжимались в виде куполов. Сжатие способствовало также накоплению и сохранению залежей углеводородов.

Мы обратимся к новым обстоятельствам, которые могут пролить свет на затрагиваемую проблему отчасти загадочной сейсмичности Фенноскандии. Речь может идти о синхронных толчках в воздымающемся Срединно-Атлантическом хребте и поднимающемся Балтийском щите, не имеющих причинной связи. Волновая тектоническая природа этих явлений может быть приемлемым объяснением.

Влиянию постледникового подъема щита посвящено много исследований [3, 4]. В работе [3] приведены результаты моделирования изостатических движений, связанных с исчезновением ледника и подъемом. Авторы пришли к заключению, что модель в целом хорошо отражает наблюдения, но имеется ряд районов, где наблюдаются несовпадения. Здесь усматривается влияние тектонического компонента подъема. Одним из таких районов является восточный район Швеции с центром северо-восточнее Ботнического залива. Внутриплитная сейсмичность района залива обнаруживает усиленную активность микроземлетрясений. Наряду с пост гляциальным подъемом причиной сейсмичности являются толчки со стороны Срединно-Атлантического хребта, так как в районе доминирует сжатие СЗ-ЮВ направления – так думает П. Мантиниemi [3]. Он отмечает, что Ботнический залив давно был признан районом усиленной сейсмичности; даже самые старые сейсмические карты, базирующиеся на исторических письменных документах, говорят об этом. Поднятие территории от уровня моря фиксируется здесь и в Швеции, и в Финляндии в течение более чем трех столетий. Максимальный подъем фиксируется в северной части залива – около 10 мм в год. Р. Вальстрём [4] отмечает, что типичные внутриплитные землетрясения на Балтийском щите немногочисленны, разбросаны по площади и плохо объяснимы.

Несомненно, что слабые широко распространенные по площади землетрясения, особенно часто проявляющиеся в районе наиболее резко воздымающегося Ботнического рифта, причинно связаны с подъемом. Но постгляциальное поднятие (postglacial rebound) только частично объясняет это явление. Основная причина в тектоническом поднятии, проявляющемся на протяжении миллиардов лет. Ему противостоит симметричная, но постоянно опускающаяся структура Прикаспийской синеклизы (Рис.3). Поднятие и связанное с ним расширение (увеличение планетарного радиуса щита) способствует раскрытию трещин, вдоль которых легче происходят движения блоков со смещениями и сбросами. Отсюда слабая, но широко распространённая по площади сейсмичность. Антиподальная в рамках Восточно-Европейской платформы Прикаспийская синеклиза постоянно синхронно опускается, по крайней мере, с протерозоя, и сжимается (уменьшение планетарного радиуса). Относительные движения блоков затруднены, сейсмичность исчезает, но зато широко развиты купольные структуры выжимания солей из соленосных горизонтов – свидетельство широко проявленного сжатия.



**Рисунок 3.** Антисимметричная тектонопара: Балтийский щит(+) и Прикаспийская синеклиза (-) показывают подъем щита в мм/год и мощность чехла в км. 1. Складчатое обрамление Восточно-Европейской платформы, 2. Северо-западная (Фенно-Сарматская) ось симметрии платформы.



Великая Китайская Равнина на севере в Манчжурии переходит в равнину Дунбэйпинъюань (Сунляо) с мезо -кайнозойскими бассейнами (Рис. 5) и месторождениями углеводородов и соли. Здесь находится крупнейшее в Китае нефтяное месторождение Дацин. Крупнейшее в мире редкоземельное месторождение Баян Обо расположено во Внутренней Монголии непосредственно в обрамлении Равнины. Противоположные поднятым щитам глубокие впадины -Прикаспийская синеклиза, Мексиканский бассейн и Великая Китайская равнина с Желтым морем – также имеют много общего. Глубины их превышают 15 км. Заполняющие их осадочные породы включают соленосные горизонты. Под давлением вышележащих толщ соли выжимаются вверх, образуя многочисленные купола (Рис. 2, 5). Осадки включают залежи углеводородов, формирующих многочисленные месторождения мирового уровня.

## **Выводы**

Три волновые пары в северном полушарии Земли свидетельствуют о регулярном ее строении. Это древние платформы со щитами и противоположные им бассейны.

## **Библиография**

1. Кочемасов Г.Г. Место Восточно-Европейской платформы в волновой структуре континентального восточного полушария Земли // Глубинное строение, минералогия, современная геодинамика и сейсмичность Восточно- Европейской платформы и сопредельных регионов. Материалы XX Всероссийской конференции с международным участием. Под ред. Н.М. Чернышова и Л.И.Надежка, Воронеж, 2016, «Научная книга». с. 475-479.
2. Хаин В.Е. Тектоника континентов и океанов. М.: Научный мир, 2001, 606 с.
3. Mäntyniemi P. Intraplate seismicity and seismic hazard: the Gulf of Bothnia area in northern Europe revisited // in: Earthquake research and analysis – New Frontiers in seismology, Dr. Sebastiano D’Amico (Ed.), 2012, p.284-297. ISBN: 978-953-307-840-3.
4. Wahlström R. Seismodynamics and postglacial faulting in the Baltic Shield // in: S. Gregersen and P.W. Basham (eds.) Earthquakes and North-Atlantic passive margins: neotectonics and postglacial rebound. NATO ASI Series, v. 266, 1989, Kluwer Academic Publishers, pp. 467-482.

**Новые данные об известных разрезах нижнего мела Московского региона  
Маленкина С.Ю.\* (Музей Землеведения МГУ им. М. В. Ломоносова,  
maleo@mail.ru)**

### Аннотация

В работе рассмотрено геологическое строение издавна известных опорных разрезов нижнемеловых отложений Московского региона, таких как Воробьевы горы, бывшие Угрешский и Гремячевский карьеры, использующиеся для Подмосковной практики студентов МГРИ, а также, для сравнения, обнажений Битцевского леса, как находящихся в самой высокой части Теплостанской возвышенности. В 2015-2020 г. появились совершенно новые данные по этим разрезам, благодаря бурению и возобновлению разработки карьеров, что побудило написать данную работу, посвященную сопоставлению данных нижнемеловых разрезов, как для уточнения строения Теплостанской возвышенности, так и нижнемеловых разрезов Московского региона в целом.

### Ключевые слова

Нижний мел, Теплостанская возвышенность, местные стратиграфические подразделения, литология

### Теория

Исследованные разрезы находятся в южной половине Москвы в пределах МКАД, в верхних частях Теплостанской эрозионной возвышенности, с абсолютными отметками 150—230 м, сложенной в основном меловыми отложениями, а также на другом берегу Москвы-реки в местности формально не относящейся к Теплостанской возвышенности, но также являющейся эрозионным останцом с очень близким строением меловых пород (рис. 1).

Недостаточная, несмотря на долгую историю исследований, изученность строения самой Теплостанской возвышенности, как главного источника сведений о меловых отложениях Москвы и её ближайших окрестностей и полученные нами в последние годы новые данные из ее различных частей, заставляют вновь обратиться к этой теме. Описания по этим точкам данные предшественниками представляются схематичными и достаточно поверхностными. Полученные новые данные для этих разрезов, не противоречат, а лишь уточняют и дополняют прежние представления. Расчленение разрезов дается нами в соответствии с действующей стратиграфической схемой Русской платформы, местные стратиграфические подразделения по А.Г. Олферьеву [3,4].

Самый северный из изученных разрезов – Воробьевы горы (также В. г.), где прошлым летом было предпринято инженерно-геологическое бурение для реконструкции эскалаторной галереи метрополитена, ведущей на улицу Косыгина, позволившее уточнить мощности некоторых стратонав. Изучение этого разреза, начатое еще в 2015 г., с детального изучения керна буровых скважин (более 25 шт.), пробуренных Мосгоргеотрестом для общего исследования оползневой активности склонов дало очень много новой информации [2]. Здесь выше песков кунцевской толщи ( $J_3kn$ ) волжского регионаруса залегают характерные готеривские пески дьяковской толщи ( $K_1dk$ ) 2-5 м

мощности – ярко-зеленые глауконитовые, мелко-тонкозернистые глинистые, в основании с прослоем фосфоритов. Выше них наблюдаются темно-серые до черных мелко-тонкозернистые пески и алевриты савельевской свиты ( $K_{1sv}$ ) 1,2–3,8 м мощности. Далее следуют буро-серые пески гремячевской свиты ( $K_{1gr}$ ), внизу с зеленовато-табачным оттенком, несортированные, до грубозернисто-гравелистых, с окатанными зернами кварца, с включениями глин, со стяжениями и линзами песчаников и фосфоритов, мощностью 1,0–7,7 м. Выше на них налегают черные сажистые глины котельниковской свиты ( $K_{1kt}$ ), с прослоями темно-серых алевритовых глин и зеленовато-коричневых глинистых слабослюдистых алевритов с редкими конкрециями пирита, мощностью 0,7–2,0 м. Еще выше залегает пестрая барремская бутовская толща ( $K_{1bt}$ ), мощностью 1–6 м, с переслаивающимися, в различной степени ожелезненными и цементированными (до крепких песчаников) песками, бежевыми глинистыми алевритами и сиреневыми и темно-серыми глинами. Перекрывается аптскими светлыми, тонко-мелкозернистыми кварцевыми, слюдистыми песками, с прослоями серых и сиреневых алевритистых глин и бежевых алевритов икшинской свиты ( $K_{1ik}$ ), мощностью 2–12 м. Выше ложатся ворохобинская ( $K_{1vr}$ ), – буроватые и сиреневые глины и пески, рябцеватые ожелезненные, местами грубые, с включениями лимонитов (6–7 м), и волгушинская ( $K_{1vg}$ ) свиты апта – глины и пески желтые и бурые разнозернистые, с прослойками глин (6,5–7,0 м).

Южная точка (в наиболее приподнятой части Теплостанской возвышенности) – разрез Битцевского леса. Он построен, в целом, похоже [1], но обнажения вскрывают отложения, только начиная с барремской бутовской толщи ( $K_{1bt}$ ), мощностью 2,5 м, представленной песками и песчаниками, неравномерно глинистыми и ожелезненными с прослойками темных глин и алевритов и редкими сидеритовыми конкрециями. Выше вскрывается аптская икшинская свита ( $K_{1ik}$ ) мощностью 6–8 м, сложенная светлыми, тонко-мелкозернистыми кварцевыми, слюдистыми песками, с прослоями серых и сиреневых алевритистых глин и бежевых алевритов. Ворохобинская свита ( $K_{1vr}$ ) ложится с размывом и начинается пластом темно-серых, сильно биотурбированных алевритовых глин (0,45–0,5 м). Выше биотурбация усиливается, появляются знаки ряби, пачка становится пестроцветной сиренево-желтой рябцеватой окраски, возрастает роль примеси светлых кварцевых песков и алеврита. Мощность свиты 8–9 м. Волгушинская свита ( $K_{1vg}$ ) залегает на ворохобинской с линзами слабого железистого песчаника в основании, представлена желтовато- и зеленовато-серыми, иногда пестрыми от более светлых ходов ихнофоссилий ожелезненными разнозернистыми кварцевыми песками, чередующимися с сиренево-серыми средне-мелкозернистыми глинисто-аледритистыми песками. В верхах сильно ожелезненные пески, переходящие в охристые песчаники (до 0,5 м). Мощность свиты до 8 м. Кроме того, здесь в отличие от других разрезов присутствуют альбские отложения. Гаврилковская свита ( $K_{1gv}$ ) с четко выраженным размывом и ожелезнением налегает на нижележащие свиты и сложена буро-зелеными и зелеными кварц-глауконитовыми, неравномерно глинистыми, биотурбированными песками, иногда песчаниками. Мощность ее 5–8 м. Парамоновская свита ( $K_{1pr}$ ) представлена переслаиванием темных зеленовато-серых и темно-зеленых глауконитовых тонко- и мелкозернистых глинистых песков, алевритов и глин, в основании с примесью гравийных кварцевых зерен. Мощность свиты не менее 10 м.

Восточные разрезы – близкорасположенные разрез «Фристайл» (бывший Угрешский карьер) и разрез «Карьер ЗИЛ» (бывший Гремячевский карьер) в г. Дзержинский – в настоящее время вновь имеют свежие вскрытые борта, благодаря возобновлению разработки карьеров Люберецким ГОКом, позволившие прошлым летом хорошо изучить их. Здесь выше белых песков люберецкой толщи ( $J_{3lb}$ ) (фациального

аналога кунцевской толщи ( $J_3kn$ ) залегает своеобразный спорадически развитый прослой сцементированных осветленных фосфоритовых конкреций, местами переходящий в автохтонную фосфоритовую плиту, с аммонитами (*Riasanites*, *Surites*) берриаса (рязанский регионарус, хорловская толща ( $K_1hl?$ )), мощностью 0,1–0,6 м. Выше налегают бурые пески и песчаники готеривской гремачевской свиты ( $K_1gr$ ) 0,8–1,5 м. В них А.А. Школиным в свое время найдены верхнеготеривские *Simbirskites decheni* (Roem.) и *Craspedodiscus progrediens* (Lahus.) [2]. Еще выше обнажаются темно-серые до черных сажистые глины верхнеготеривской котельниковской свиты ( $K_1kt$ ) мощностью 1,5–2,5 м. Далее следует пестрая барремская бутовская толща ( $K_1bt$ ) – чередование глин, песков и алевроитов 1–2 м. Выше наблюдаются светло-желтые пески и рыжеватые песчаники икшинской свиты ( $K_1ik$ ) 2–15 м.

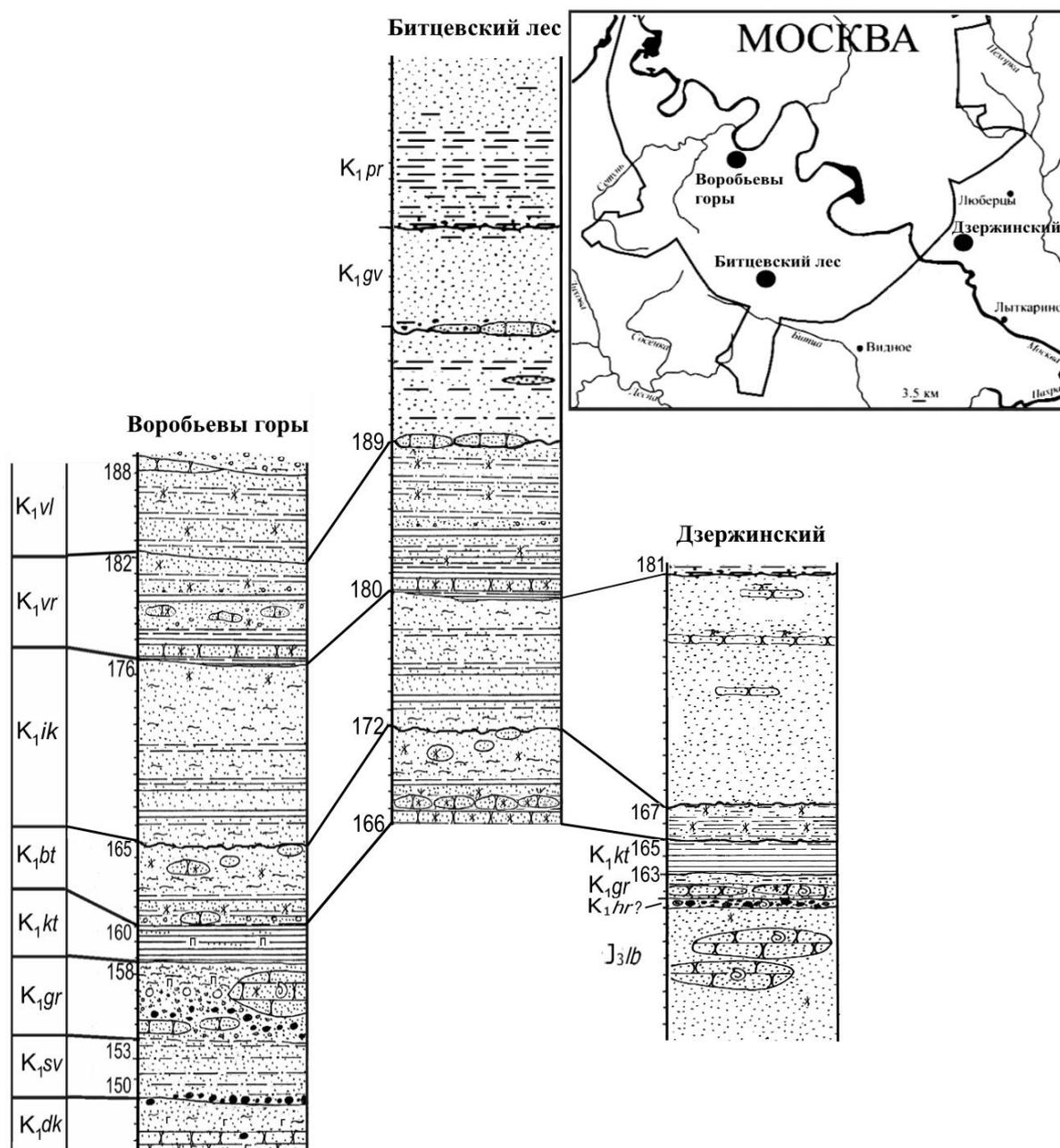


Рисунок 1. Схема расположения и сопоставление изученных разрезов.

## Выводы

- Тщательное изучение и сравнение описанных разрезов Теплостанской возвышенности и других территорий, образующих непрерывный разрез нижнемеловых отложений, расширяет возможности для уточнения геологического строения меловых отложений и условий их образования, как конкретной местности, так и Московского региона.
- Все разрезы в целом построены сходным образом. По особенностям литологического состава четко диагностируются свиты. Несколько различаются лишь их мощности в различных районах:
  - гремячевской свиты на Воробьевых горах 1-7,7 м, в Дзержинском 0,8-1,5 м,
  - котельниковской свиты на В. г. 0,7-3 м, в Дзержинском 1,5-2,5 м,
  - бутовской толщи на В. г. 1-6, в Битцевском лесу 4-6 м, в Дзержинском 1-2 м,
  - икшинской свиты на В. г. 2-12, в Битцевском лесу 6-8, в Дзержинском 2-15 м,
  - ворохобинской свиты на В. г. 6-7 м, в Битцевском лесу 8-9 м,
  - волгушинской свиты на В. г. 6,5-7 м, в Битцевском лесу до 8 м.
- При этом они удивительно выдержаны гипсометрически, абсолютные отметки кровли свит во всех трех районах довольно близки (кроме скважин в сползших блоках на Воробьевых горах), например:
  - икшинской свиты – 176 м на В. г., 180 в Битцевском лесу, 181 в Дзержинском,
  - бутовской толщи – 165 м на В.г., 172 в Битцевском лесу, 167 в Дзержинском,
  - котельниковской свиты – 160 м на В. г., 166 в Битцевском лесу, 165 в Дзержинском,
  - гремячевской свиты – 158 м на В. г., 163 в Дзержинском.

## Библиография

1. Маленкина С.Ю., Наугольных С.В. Геологические и исторические достопримечательности верховьев реки Городни (г. Москва, Битцевский лес) // Палеоэкология: методологические основы, фактологический потенциал, применение в музейных экспозициях. Москва: Медиа-Гранд. 2017. С. 104-120.
2. Маленкина С.Ю., Школин А.А. Расчленение и корреляция некоторых разрезов нижнего мела юга Москвы и окрестностей // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Сборник научных трудов / Под ред. Е.Ю. Барабошкина, Симферополь: Издательский Дом Черноморпресс, 2016. С. 164-166.
3. Олферьев А.Г. Новые данные о геологическом строении нижнемеловых отложений Подмосковья // Геология и полезные ископаемые Центральных районов Восточно-Европейской платформы. Москва: Наука. 1986. С. 44-55.
4. Олферьев А.Г. Стратиграфические подразделения нижнемеловых отложений Подмосковья. Статья 1. Баррем – альб // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 2013. Том 88. Вып. 3. С. 37-47.

***Влияние тектодинамической обстановки на развитие грязевого вулканизма на  
Таманском полуострове***

***Маринин А.В.\* (ИФЗ РАН, [marinin@ifz.ru](mailto:marinin@ifz.ru)),  
Сим Л.А. (ИФЗ РАН, [sim@ifz.ru](mailto:sim@ifz.ru)), Белобородов Д.Е. (ИФЗ РАН, [beloborodov@ifz.ru](mailto:beloborodov@ifz.ru)),  
Тверитинова Т.Ю. (МГУ им. М.В. Ломоносова, [tvertat@yandex.ru](mailto:tvertat@yandex.ru))***

**Аннотация**

С использованием тектонофизических методов проведено изучение напряженно-деформированного состояния Таманского полуострова и периклинали Северо-Западного Кавказа. В пограничной зоне перехода от складчатого сооружения к поперечному Керченско-Таманскому прогибу наблюдается постепенное мозаичное изменение ориентировок осей главных нормальных напряжений и типов напряженного состояния - происходит смена геодинамических обстановок горизонтального сжатия и горизонтального сдвига (с СВ сжатием), преобладающих на Кавказе, обстановками горизонтального растяжения с крутым погружением осей максимального сжатия (ССЗ ориентировки) в Керченско-Таманском прогибе. Активному грязевому вулканизму Таманского полуострова способствует наличие в разрезе мощных толщ пластичных глин майкопской серии и геодинамическая обстановка горизонтального растяжения, в условиях которой многие субвертикальные дизъюнктивные структуры, и в особенности узлы их пересечения, становятся своеобразными флюидопроводящими каналами.

**Ключевые слова**

Геодинамика, тектонические напряжения, разрывы, складки, грязевой вулканизм

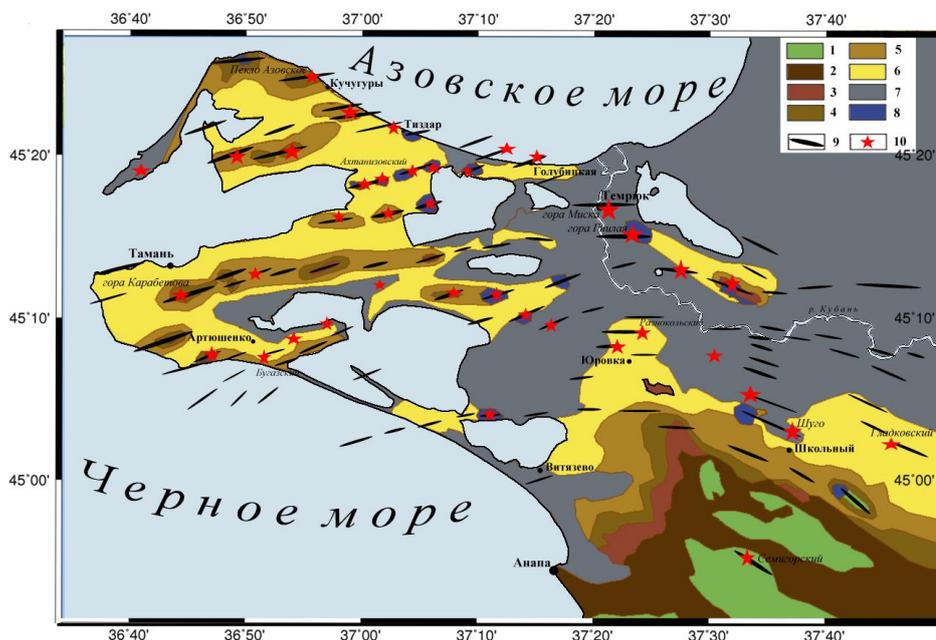
**Источники финансирования**

Работа выполнена при поддержке Госзадания ИФЗ РАН.

**Теория**

Изучению Северо-Западного Кавказа и Керченско-Таманской области с помощью структурных и тектонофизических методов посвящено большое количество работ разных исследователей [2,4,5,7,9,11,12,14,15]. Особый интерес вызывает область перехода складчатого сооружения Северо-Западного Кавказа к Керченско-Таманскому прогибу с изменением ориентировки складчатых структур от северо-западной до субширотной и северо-восточной (рисунок 1). Обычно, при изучении складчатых деформаций Большого Кавказа основной акцент направлен на изучение деформаций и размера сокращения поперек складчатого сооружения. При количественной оценке размера горизонтального сокращения следует учитывать возможность деформаций вдоль складчатого сооружения. Наши исследования показывают, что подобные деформации присутствуют в структурах разных масштабов, в некоторых случаях возможно определить величину относительного удлинения. Ориентировка выявленных на западном окончании Большого Кавказа парагенетически связанных систем отрывов и сколовых трещин указывает на удлинение орогена в СЗ–ЮВ направлении, осуществляющегося квазипластическим течением горных пород. Размер горизонтального сокращения в ЮЗ–СВ направлении, рассчитанный для западной части Северо-Западного Кавказа [4,14], сопоставим с удлинением в СЗ–ЮВ направлении,

рассчитанным для его небольшого участка на полуострове Абрау. Вероятно, процесс удлинения в СЗ–ЮВ направлении проявлялся неоднократно, на что указывает многофазность минерального заполнения отрывов, а также выявленные в неогеновых отложениях локальные стресс-состояния с СЗ–ЮВ ориентировкой осей растяжения [5].



**Рисунок 1.** Схема геологического строения Таманского полуострова. 1-7 области распространения отложений (с привлечением данных [13]): 1 - верхнего мела, 2 - палеогена, 3 - майкопской серии ( $P_3-N_1$ ), 4 - среднего миоцена, 5 - верхнего миоцена, 6 - плиоцена, 7 - антропогена, 8 - отложения сопочной брекчии; 9 - оси антиклинальных складок, 10 - грязевые вулканы.

По данным реконструкции, проведенной методами катакластического анализа разрывных нарушений [8] и структурно-парагенетического анализа малых дизъюнктивов [6], в складчатом сооружении СЗ Кавказа преобладает поле напряжений с северо-восточным (до ССВ) направлением максимального сжатия. При приближении к Таманскому полуострову на разных участках выявляется мозаичная смена геодинамических обстановок горизонтального сжатия с северо-восточной ориентировкой оси максимального сжатия ( $\sigma_3$ ) на обстановки горизонтального растяжения с северо-западной ориентировкой оси девиаторного растяжения ( $\sigma_1$ ) и с северо-восточной ориентировкой оси промежуточных напряжений ( $\sigma_2$ ). Такая картина позволяет понять процессы, происходящие в этой пограничной области. Здесь происходит смена преобладающих на Кавказе геодинамических обстановок горизонтального сжатия и горизонтального сдвига с СВ сжатием обстановками горизонтального растяжения (с крутым погружением осей максимального сжатия в ССЗ направлении). С этой специфической обстановкой мы связываем главную причину широкого проявления на Таманском полуострове грязевых вулканов. Таманский полуостров составляет восточную часть Керченско-Таманского поперечного прогиба на западном продолжении мезозойских структур Западного Кавказа и выходящего на южный борт Западно-Кубанского передового прогиба. Характерной особенностью Тамани является соответствие современного рельефа структуре неогенового комплекса, что свидетельствует о молодых неотектонических движениях [11].

Проявления грязевого вулканизма в основном совпадает с площадью распространения майкопской серии, что подтверждает значительную роль мощных майкопских глинистых толщ в формировании грязевых вулканов. Вместе с тем грязевые вулканы известны и за пределами площади развития пород майкопской серии, располагаясь вблизи периклинальной области складчатого сооружения, но их активность не продолжается в краевые прогибы на удалении от Керченско-Таманской зоны [1,13]. Грязевые вулканы пространственно связаны с антиклинальными диапировыми складками и располагаются на их пересечении с поперечными и диагональными тектоническими нарушениями. Глубинное положение тектонических нарушений установлено последними геолого-геофизическими исследованиями [9]. В условиях геодинамической обстановки горизонтального растяжения многие субвертикальные дизъюнктивные структуры, а в особенности узлы их пересечения, становятся своеобразными флюидопроводящими каналами. Установленное ранее изменение преобладающего типа напряженного состояния вдоль оси складчатого сооружения [3] влияет на область распространения грязевого вулканизма. Мы видим наличие грязевых вулканов в областях с преобладанием обстановок горизонтального растяжения и горизонтального растяжения со сдвигом. При этом области формирования очагов грязевых вулканов находятся уже в нижнемеловых (или более глубоких?) глинистых горизонтах. В Керченско-Таманской области выделяются антиклинальные гряды, разделяемые более широкими синклиналиями (рисунок 1). На схеме виден разворот антиклинальных складок на долготе Витязево-Темрюк: восточнее складки имеют СЗ и ЗСЗ простирание, согласующиеся со структурами СЗ Кавказа, а западнее оси складок ориентированы уже в ВСВ и СВ направлении, совпадающем с направлением простирания Керченско-Таманского прогиба. При этом необходимо отметить, что в региональном масштабе все эти структуры укладываются в поле напряжений меридионального сжатия [1,7]. Нашими наблюдениями установлено, что для собственно Керченско-Таманской области ось максимального сжатия направлена в большинстве случаев субвертикально, а простирание основных тектонических структур формируется под воздействием наибольшего сжатия действующего в горизонтальной плоскости. Такая геодинамическая обстановка хорошо объясняет смену направления данной горизонтальной компоненты с ССВ, на меридиональное и на ССЗ направление при движении от Северо-Западного Кавказа к западному окончанию Таманского полуострова.

## **Выводы**

Подводя итоги изучения напряженного состояния Таманского полуострова, необходимо подчеркнуть преобладание здесь геодинамической обстановки горизонтального растяжения с крутым погружением осей максимального сжатия. В условиях этой обстановки многие субвертикальные дизъюнктивные структуры и узлы их пересечения становятся своеобразными флюидопроводящими каналами, которые способствует запуску процессов диапиризма с преобразованием мощных глинистых горизонтов (майкопской серии и нижнего мела) и формированию центров грязевулканической активности. Изменение преобладающего типа напряженного состояния вдоль оси складчатого сооружения оказывается фактором контролирующим область распространения грязевого вулканизма.

## Библиография

1. Белобородов Д.Е., Тверитинова Т.Ю. Складчатые и разрывные структуры Керченско-Таманской межпериклинальной зоны, контролирующей грязевой вулканизм // Материалы I Тектонического совещания «Проблемы тектоники и геодинамики земной коры и мантии», Москва, ГЕОС, 2018, Т. 2. С. 237-241.
2. Леонов Ю.Г., Гущенко О.И., Копп М.Л., Расцветаев Л.М. Взаимосвязь позднекайнозойских напряжений и деформаций в Кавказском секторе Альпийского пояса и в его северном платформенном обрамлении // Геотектоника, 2001. №1. С. 36-59.
3. Маринин А.В. О характере изменения напряженно-деформированного состояния земной коры на границах основных тектонических элементов Северо-Западного Кавказа // Четвертая тектонофизическая конференция в ИФЗ РАН. Тектонофизика и актуальные вопросы наук о Земле: М-лы докл. конф. М.: ИФЗ. 2016. Т. 1. С. 147-151.
4. Маринин А.В., Расцветаев Л.М. Структурные парагенезы Северо-Западного Кавказа// Проблемы тектонофизики. К сорокалетию создания М.В. Гзовским лаборатории тектонофизики в ИФЗ РАН. М.: Изд-во ИФЗ, 2008. С. 191-224.
5. Маринин А.В., Сим Л.А. Новейшее напряженное состояние и деформации на западном погружении Большого Кавказа // Геотектоника, 2015, №5. С. 62-77.
6. Расцветаев Л.М. Парагенетический метод структурного анализа дизъюнктивных тектонических нарушений. Проблемы структурной геологии и физики тектонических процессов. М.: ГИН АН СССР, 1987. Ч.2, С. 173-235.
7. Расцветаев Л.М., Маринин А.В., Тверитинова Т.Ю. Позднеальпийские дизъюнктивные системы и геодинамика Западного Кавказа // Физика Земли. 2010. № 5. С. 31-40.
8. Ребецкий Ю.Л., Сим Л.А., Маринин А.В. От зеркал скольжения к тектоническим напряжениям. Методы и алгоритмы., 2018. М.: ГЕОС, 225 с.
9. Рогожин Е.А., Горбатиков А.В., Степанова М.Ю., Харазова Ю.В., Сысолин А.И., Андреева Н.В., Погребченко В.В., Червинчук С.Ю., Чэнь Цзе, Лю Цзяо, Овсяченко А.Н., Ларьков А.С. Глубинное строение северо-западного окончания Кавказа по новым геолого-геофизическим данным // Физика Земли, 2020, № 6, 48-65
10. Тверитинова Т. Ю., Белобородов Д. Е. Грязевые вулканы в неотектонической структуре Таманского полуострова // Электронный научно-образовательный журнал Динамическая геология. № 2, Москва, 2020, С. 157-186
11. Трихунков Я.И. Неотектонические преобразования кайнозойских складчатых структур Северо-Западного Кавказа // Геотектоника. 2016. № 5. С. 67-81.
12. Трихунков Я.И., Гайдаленок О.В., Бачманов Д.М., Маринин А.В. Морфоструктура зоны сочленения Северо-Западного Кавказа и Керченско-Таманской области // Геоморфология. №4. 2018. С. 77-92.
13. Шнюков Е.Ф., Шереметьев В.М., Маслаков Н.А., Кутний В.А., Гусаков И.Н., Трофимов В.В. Грязевые вулканы Керченско-Таманского региона. Краснодар: ООО «Глав-Медиа», 2005. 176 с.
14. Яковлев Ф.Л. Первый вариант трехмерной модели строения осадочного чехла Северо-Западного Кавказа по данным поля складчатых деформаций // Проблемы тектонофизики. К сорокалетию создания М.В. Гзовским лаборатории тектонофизики в ИФЗ РАН. – М.: Изд. ИФЗ. 2008. С. 335-345.

*Геохимия и обстановки формирования апт-поздне меловых вулканитов  
междуречья Нутесын – Кульпольней (центральная Чукотка)  
Маскаев М. В.\* (ФГБУН Геологический институт РАН, МГРИ-РГГРУ,  
xhpnishka@gmail.com), Мусеев А. В. (ФГБУН Геологический институт РАН,  
МГРИ-РГГРУ, moartem@yandex.ru), Ульянов Д. К. (ФГБУН Геологический  
институт РАН, МГРИ-РГГРУ, urfin1995@gmail.com).*

## **Аннотация**

Породы междуречья Нутёсын-Кульпольней локализируются в юго-западной части Чукотского микроконтинента. В их состав входят вулканогенные и крупно-мелкообломочные терригенные толщи мелового возраста. В ходе полевого сезона в 2019 году породы был изучен разрез пород в долине р. Нутесын.

Выявлены петрохимические и геохимические особенности состава пород, по совокупности признаков установлена геодинамическая обстановка формирования – активная континентальная окраина. U-Pb датирование акцессорных цирконов указывает на апт-сеноманский возраст пород.

## **Ключевые слова**

Геохимия, вулканиты, геодинамика, ранний мел, Чукотка.

## **Источники финансирования**

Полевые и аналитические работы выполнены по проекту РНФ № 18-77-10073, базовое финансирование сотрудников за счет субсидии № 0135-2019-0038.

## **Теория**

Объект исследования располагается в междуречье Нутесын – Кульпольней (Чукотский автономный округ, Билибинский район) и представляет собой комплекс крупно-мелкообломочных терригенных и эффузивных пород средне-кислого состава с подчинённым количеством основных вулканитов общей мощностью не менее 2000 м [8].

Изначально породы исследуемого комплекса объединялись в единый разрез с лежащими структурно ниже вулканогенными породами основного состава оксфорд-киммериджского возраста, что позволяло реконструировать на активной окраине Чукотского микроконтинента Нутесынскую континентальную островную дугу [3, 4, 9]. После тематических [1, 7] и геологосъёмочных [8] работ, изучаемые породы были выделены в отдельный комплекс, который образовался в пределах наложенной постколлизийной Нутесынской депрессии.

На сегодняшний день в пределах рассматриваемого комплекса были выделены уткунгынская, нутесынская и кульпольнейская свиты, возраст которых определён по находкам флоры как альбский, а также утайвеевский риолит-базальтовый комплекс, датированный флорой ранне- поздним мелом [5, 8]. Однако современные данные о вещественном составе и изотопном возрасте пород в литературе отсутствуют, что влечёт за собой неоднозначные интерпретации геодинамической обстановки формирования.

В 2019 г. Геологическим институтом РАН был организован полевой сезон, задачами которого являлось изучение меловых вулканитов Нутесынской депрессии и оксфорд-киммериджских эффузивов бассейна р. Кораньвеем. В ходе полевых работ было подтверждено структурное несогласие между двумя толщами. Природа оксфорд-киммериджский эффузивов определена как энсиматическая дуга [2]. В данной работе приведены результаты изучения вышележащих меловых вулканитов: определены их обстановки формирования, возраста и проведено сопоставление со схожими объектами Чукотки для прогнозирования потенциальной рудоности.

Разрез исследуемого объекта был изучен в долине ручьев Нутёсын и Правый Кульпольней, который представлен андезитами, риолитами, туфами кислого состава и конгломератами общей мощностью не менее 700 м.

Содержания оксидов главных петрогенных элементов были получены в аккредитованной лаборатории химико-аналитических исследований ГИН РАН методом XRF; анализ концентраций элементов-примесей осуществлялся методом ICP-MS в Аналитическом сертификационном испытательном центре ИП ТМ РАН. Датирование цирконов было проведено в ЦИИ ВСЕГЕИ методом SIMS.

Точки составов пород на диаграмме  $\text{SiO}_2 - \text{K}_2\text{O}$  (рис. 1) попадают в поля андезитов, дацитов, риолитов и выстраиваются в единый тренд вдоль границы разделения полей известково-щелочных и высококалийевых известково-щелочных серий.

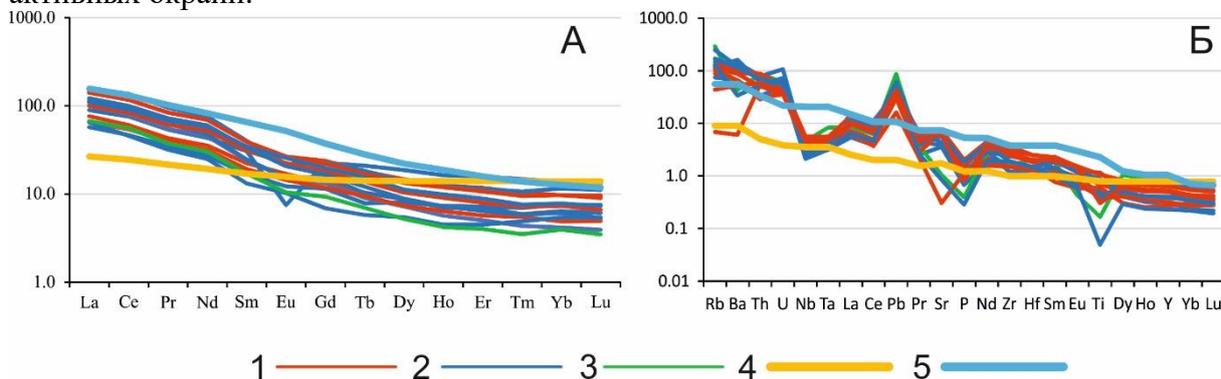
Среди особенностей распределения главных петрогенных элементов отмечаются низкие содержания титана ( $\text{TiO}_2 = 0,06 - 1,45$  мас. %), значительное обогащение глинозёмом ( $\text{Al}_2\text{O}_3 = 15,14 - 22,84$  мас. %), умеренное содержание щелочей ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} = 4,7 - 7,9$  мас. %) и кальция ( $\text{CaO} = 0,97 - 6,28$  мас. %). Также стоит отметить снижение концентрации всех элементов, кроме калия, натрия и алюминия, при повышении содержания кремнекислотности. Концентрации алюминия остаются примерно на одном уровне по мере увеличения кремнизёма, а уровень калия и натрия в породах – растёт.

Породы характеризуются умеренным ( $(\text{La}+\text{Sm}+\text{Yb})_n = 81,29 - 89,76$  г/т) и высоким ( $(\text{La}+\text{Sm}+\text{Yb})_n = 104,85 - 210,64$  г/т) суммарным обогащением редкоземельными элементами (REE), с очень высокой концентрацией легких редкоземельных элементов (LREE), и высокими отношениями LREE к средним редкоземельными элементам (MREE):  $(\text{La}/\text{Sm})_n = 2,93 - 4,94$  и предельно высоким – к тяжёлым (HREE):  $(\text{La}/\text{Yb})_n = 6,48 - 32,71$ . Спектры распределения редких элементов, в целом, параллельны друг другу (рис. 1А).

Спектры распределения рассеянных элементов (рис. 1Б), нормированных на нормальные базальты срединно-океанических хребтов (N-MORB), демонстрируют существенное преобладание крупноионных литофильных элементов (LILE) над высокозарядными элементами (HFSE), отчётливо выражены отрицательные минимумы Ta, Nb и P, максимумы Pb, для спектров некоторых образцов наблюдаются слабые минимумы Ti и пики Sr.

Для определения геодинамической обстановки был использован ряд дискриминантных диаграмм.

Изученные андезиты на диаграмме La/Yb – Sc/Ni [10] локализуются в поле Андской активной континентальной окраины вследствие высоких отношений La/Yb и низких Sc/Ni. На диаграмме Th/Yb – Ta/Yb [13] точки составов пород попадают в поля активных окраин.



**Рисунок 1.** Спектры распределения редких элементов (А), нормированных на хондрит [12], и рассеянных элементов (Б), нормированных на базальты N-MORB [12]. 1 – андезиты, 2 – дациты, 3 – риолиты, 4 – обогащённые базальты срединно-океанических хребтов (E-MORB), 5 – базальты океанических островов (OIB).

Точки составов пород кислого состава на диаграмме Rb – Hf – Ta [11] попадают в поле гранитов вулканических дуг, один образец локализуется в области внутриплитных гранитов.

На диаграмме Пискунова [6], характеризующей особенности распределения кремния, кальция, титана и калия, точки составов изученных вулканитов расположились в поле, отвечающем составу вулканитов Охотско-Чукотского вулканического пояса (ОЧВП).

По результатам U-Pb датирования акцессорных цирконов, полученных из вулканитов, конкордантные возраста имеют разброс значений от  $119.8 \pm 1.1$  до  $95.34 \pm 0.74$ , что соответствует интервалу апт-сеноман меловой системы.

## Выводы

Высокие отношения (La/Sm)<sub>n</sub> и (La/Yb)<sub>n</sub>, обогащение LILE, минимумы Ta и Nb являются надёжным свидетельством участия водного флюида в процессе формирования родительского расплава, что типично для надсубдукционных обстановок.

Повышенное содержание калия в известково-щелочных сериях, присутствие в разрезе большого количества кислых пород не характерно для островных дуг, формирующихся на коре океанического типа, исходя из чего можно сделать вывод, что исследуемые породы образовывались на континентальной коре.

На дискриминантных диаграммах андезиты проявляют свойства активных континентальных окраин, а кислые породы – свойства надсубдукционных и внутриплитных обстановок, что свойственно окраинно-континентальным обстановкам.

Таким образом, полученные данные о вещественном составе вулканогенных породы междуречья Нутесын-Кульпольней апт-сеноманского возраста указывают на их происхождение в условиях окраинно-континентальной вулканической дуги. Это

позволяет сделать вывод, что объект исследования является частью Охотско-Чукотского вулcano-плутонического пояса, с которым связано большое количество месторождений золота.

### **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. Маскаев М. В., Моисеев А. В., Ульянов Д. К. Геохимические особенности и геодинамические обстановки формирования позднеюрских (?) вулканитов северной части Южно-Ануйской сутуры (центральная Чукотка), Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента: Материалы 29-й научной конференции. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2020. 148 с.
3. Натальин Б. А. Раннемезозойские эвгеосинклинальные системы в северной части Циркум-Пацифики // М.: Наука. 1984. 136 с.
4. Парфёнов Л. М. Континентальные окраины и островные дуги мезозоид Северо-Востока Азии. Новосибирск: Наука. 1984. 192 с.
5. Паракецов К.В. Паракецова Г.И. Стратиграфия и фауна верхнеюрских и нижнемеловых отложений Северо-Востока СССР. М.: Недра, 1989. 298 с.
6. Пискунов Б.М. Геолого-петрологическая специфика вулканизма островных дуг. М.: Наука, 1987. 238 с.
7. Соколов С. Д., Тучкова М. И., Ганелин А. В., Бондаренко Г. Е., Лейер П. Тектоника Южно-Ануйской сутуры (северо-восток Азии), ГЕОТЕКТОНИКА, 2015, №1, с. 5-30
8. Шеховцов В. А., Глотов С.П. Государственная геологическая карта РФ масштаба 1:200 000 (издание второе). Серия Олойская. Лист Q-58-XI, XII. Объяснительная записка/Ред. Соколов С. Д. 2001. 106 с.
9. Amato, J.M., Toro, J., Akinin, V.V., Hampton, B.A., Salnikov, A.S., and Tuchkova, M.I., 2015, Tectonic evolution of the Mesozoic South Anyui suture zone, eastern Russia: A critical component of paleogeographic reconstructions of the Arctic region: *Geosphere*, v. 11 no. 5, p. 1530–1564.
10. Bailey J. C, Geochemical criteria for a refined tectonic discrimination of orogenic andesites. // *Chem. Geol.* 1981. V. 32. P. 139 – 154.
11. Nigel B. W. Harris, Julian A. Pearce and Andrew G., Geochemical characteristics of collision zone magmatism, Tindle Geological Society, London, Special Publications 1986; v. 19; p. 67-81
12. 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.
13. Wilson M. *Igneous Petrogenesis. A global tectonic approach.* Chapman & Hall. London, 1994. 466 p.

***Применение дистанционного биозондирования Земли для обнаружения водоносных разломов с целью решения проблемы пресной воды в Крыму***  
***Наравас А.К.\* (МГРИ, [anaravas@mail.ru](mailto:anaravas@mail.ru)), Марасинская А.А. (МГРИ)***

### **Аннотация**

В настоящее время на территории полуострова Крым сложилась крайне неблагоприятная ситуация в обеспечении населения пресной питьевой водой. В целом это было ожидаемо. Принимаемые меры пока малоэффективны. Обосновывается и предлагается добыча подземных пресных вод из глубинных разломов. Поиски таких разломов авторы проводят при помощи метода «ДБЗ» – «дистанционного биозондирования Земли». Показано, что это оперативно и надолго может снять остроту вопроса.

### **Ключевые слова**

Подземные пресные воды, водонесущие разломы, дистанционное биозондирование Земли.

### **Теория**

В настоящее время на территории полуострова Крым сложилась крайне тревожная ситуация в обеспечении населения пресной питьевой водой [6]. Метод «ДЗБ» – «дистанционного биозондирования Земли» для Крыма уже рассматривался и предлагался руководству в 2017 г. [3].

На полуострове Крым всегда существовала нехватка пресной воды. Как известно, Республика Крым (26,8 тыс. кв. км) расположена на юге умеренной зоны Евразии, на стыке умеренной зоны с субтропическим и средиземноморским типом климата. Поэтому в тёплое время года (апрель – октябрь) здесь сухо и жарко, а в холодное время года выпадает основная часть осадков.

Кратко напомним, что Равнинный Крым, испытывающий основную проблему с водой, в своём основании имеет фундамент – эпипалеозойскую приподнятую Скифскую плиту, которая перекрыта неоген-четвертичными породами. В основании плиты герцинский комплекс, который залегает на байкалидах. Юг Скифской плиты оказался втянутым в сводовые поднятия и причленился к самой молодой Альпийской складчатости [2]. В этой связи район «живой» и постепенно поднимается гипсометрически. Глубинные разломы в фундаменте Скифской плиты телескопируются в вышележащие породы, что в результате мы и наблюдаем.

26 апреля 2014 года Украина перекрыла Северо-Крымский канал, откуда был основной приток пресной днепровской воды (около 1 350 млн. куб.м в год). Парадокс ещё и в том, что Крымский полуостров окружён водой, но морской, солёной, непригодной для жизнедеятельности. В октябре 2020 г. в водохранилищах Крыма оставалось порядка 15% запасов воды. Весь 2020 год Крым жил в реалиях выкачивания воды из каждой «лужи». В ноябре прошлого года в этот режим перешёл и Севастополь. Реального долгосрочного решения проблемы пока не видно. Получается, что Крым у порога введения «водной» чрезвычайной ситуации. Возможно, улучшит ситуацию последняя снежная зима.

Особенно в последнее время появилось много предложений по решению водной проблемы. В частности, предложено разбуривать известные запасы воды и поднимать её на поверхность. Однако на сегодня разбурено уже около 3000 скважин, а проблема осталась. Самое главное состоит в том: а где бурить? От поиска мелких трещин в породах, по известному принципу буровиков – «вода есть везде», мы давно и сразу отказались.

Отличие нашего подхода заключается в поиске исключительно глубинных вод [3], поскольку приповерхностные водные ресурсы в значительной степени истощены. Глубинные воды, заключённые в тектонических разломах, образуют целую систему подземных водотоков (водоносов) по всей площади полуострова и расположены неравномерно. Разгрузка трещинных вод Скифской плиты происходит в основном в направлении Юг и Юго-Запад. Особенностью этих вод является принцип самовосстановления уровня и качества в силу природы их происхождения. Основой нашего подхода является как раз поиск таких крупных открытых водонесущих разломов - водоносов в земной коре на основе авторского подхода – метод «ДЗБ» [5], используя космические снимки, геофизические и другие косвенные методы.

Откуда «наша» вода? Изучая пресные водоизлияния (ручьи) из базальтовых сопок в Архангельской области (три сезона экспедиций), огромного потока (река) пресной воды, вытекающего из вершины Аманского хребта около города Салала [5], мы делаем вывод – из недр. А в доступные нам недра вода попадает от глубинных магматических очагов в виде пара, где её до 15%. Оценка их глубин методом «ДБЗ» показала около 8 – 12 км при ширине до нескольких метров. Пример – источники горячей воды на Камчатке. Интересно, что химические анализы озвученных источников отметили исключительно ультрапресные гидрокарбонатные воды, приятные на вкус.

Практически работа по этому методу происходит следующим образом. На графическом изображении местности (карта, космоснимок), желательна в крест простирающихся геологических структур, расчерчивается «маршрутная сетка», как это отмечено на рис.1. Плотность «маршрутов» зависит от масштаба карты и цели исследования. Затем Оператор переходит в бета-тета-состояние мозга, что достигается в процессе тренировок [4]. Далее он чётко представляет основные параметры искомого объекта и тем самым ставит себе задачу. «Проходя» последовательно по «маршрутам» получает сигналы Информационного Поля и отмечает их. Интерпретируя полученные данные, получается цельная картина искомого. Причём эта работа может проводиться в обычном помещении и на значительном расстоянии от объекта. Затем требуется заверка на местности. Здесь на месте предполагаемого разлома можно применить электрические геофизические методы, а также измерить увеличение содержания паров ртути в почве. Метод многолетне опробован и подтверждён на практике.

Мы дистанционно (до бурения) методом «ДБЗ» (любое расстояние) определяем с вероятностью 80...95% (в зависимости от масштаба) основные параметры водоносного горизонта или водоноса: глубину до воды; общую минерализацию; вертикальную мощность горизонта; пьезометрический уровень, или давление воды на кровлю; максимальный расход и направление потока. При этом используем отработанную методику, на основе распознавания геологического объекта, используя экстрасенсорику и психические свойства человека. Перед бурением проводим уточнения на месте. Метод на сегодня патентуется, в целом описан в работе [5].

В подтверждение метода в Крыму можно привести примеры вскрытия водоносных эрозией речными потоками, например: «Водопойное» в Черноморском районе и «Родниковское» в районе Южного Берега.

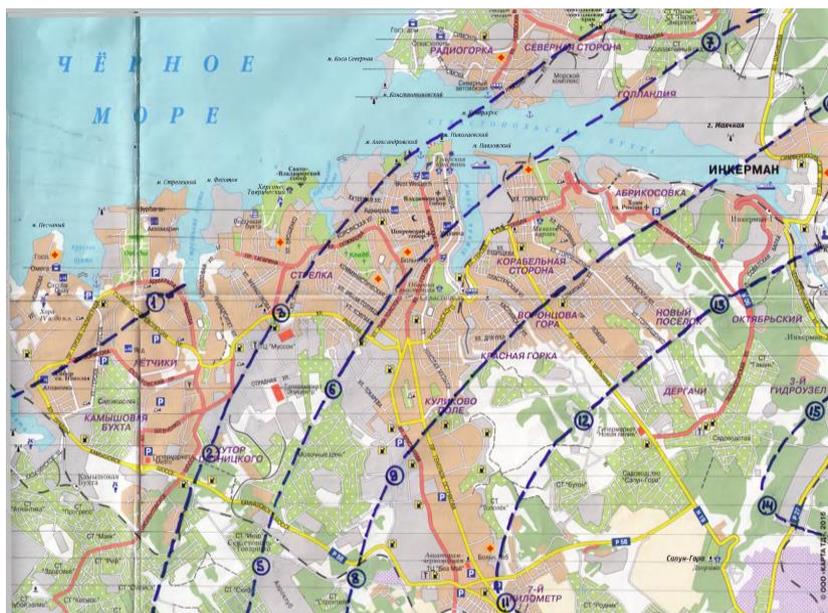
Конкретный пример. Так, потребность Севастополя в воде составляет 80 000 кубометров/сутки. Нами дистанционно (метод «ДБЗ») была составлена гидрогеологическая схема в пределах города Севастополь (рис.1). Затем, исходя из расположения улиц и домов, отметили положение проектных скважин. Дистанционные предполагаемые «замеры» приводим в таблице на конкретную дату, поскольку система нестационарная. При этом заметим, что водоносные эшелоны подходят с северо-востока к городу, затем под городом они повторяют глубинное замыкание складки, состоящей из слоистых пород [1].

Таблица 1

Таблица к гидрогеологической схеме Севастополя на 06.12.2020

№ точек	Глубина, м	Максим. расход, куб.м/сут	Пьезометр, м	Минерализация, г/л
1	155	3 000	-20	0,60
2	110	3 600	-20	0,70
3	110	2 520	-34	0,75
4	125	3 480	-10	0,75
5	105	600	-50	0,60
6	50	360	+2*	0,50
7	85	240	+3*	0,45
8	105	3 000	-35	0,45
9	110	2 880	-17	0,40
10	108	2 750	-10	0,60
11	100	3 120	-1	0,40
12	108	3 000	+2*	0,40
13	110	2 760	+6*	0,40
14	116	2 280	+6*	0,35
15	95	2 250	+7*	0,35
	Всего	35 840		

\*ождается самоизлив



*Рисунок 1. Расположение водонесущих разломов под Севастополем.*

При максимальном расходе 35 840 кубометров/сутки можно без проблем снять 60% всего объёма, или около 21 500 кубометров/сутки, или около 7,7 млн. куб.м/год из 15 скважин на 6 водонесущих разломах (водоносах). Если разбуривать добычные кусты по три скважины и разнести их на расстояния по наиболее продуктивным разломам, то требуемая цифра пресной воды вполне достижима.

Исходя из рассмотренной схемы, даже в центре города можно бурить скважины и делать мини-гидроузлы. Поскольку характер вод напорный и глубина достаточная, то воды защищены в экологическом плане от городских нечистот.

А что за городом? Тоже неплохие новости. К городу с востока «подходят» восемь водонесущих разломов с максимальными расходами (в кубометрах/сутки, с севера на юг): 6 480, 2 640, 3 840, 4 320, 2 880, 4 080, 2 280, 2 880. В сумме получается 29 400 кубов/сутки воды. Это всего по одной скважине на каждом водоносе, а при установке водозаборов из нескольких скважин эту цифру возможно увеличить. Направление водных потоков в этих водоносах у всех одно – к морю. То, что не взял человек, просто разгружается в море, что делает его ещё более пресным.

В таблице были приведены прогнозные самоизливы, а есть ли реально факты самоизлияния воды из скважин в Крыму? Да, причём даже в Северо-Сивашском проблемном районе с водой. Например, на Северо-Восточном замыкании полуострова Литовский много лет замоизливается скважина с пресной водой. Кстати, там нами установлен также хороший водонос. Этот факт является научной проблемой, поскольку в условиях крупной равнины язык не повернётся назвать эту воду артезианской.

Предварительный поиск водоносов на пресную воду методом «ДЗБ» по всему Крыму предварительно показал хорошие результаты. Это касается также Северного Крыма, Черноморского и Центрального районов, а также Керченского полуострова, что может обеспечить промышленность и сельское хозяйство.

Для ознакомления с методом «ДЗБ» приглашаем на ежегодный свободный практический семинар «Школа биолокации» при кафедре «Общая геология».

## **Выводы**

1.«Дистанционное биозондирование Земли» как недорогой метод позволяет оперативно определить расположение глубинных водонесущих разломов – водоносов.

2.Параметры водоносов: глубина до 8 – 12 км при ширине до нескольких метров и перекрыты в основном неоген-четвертичными породами.

3.Предварительный наш анализ по территории Крыма позволяет прогнозировать хорошую перспективу разрешения проблемы с водой с использованием подземных вод из глубинных разломов.

## **Библиография**

- 1.Белоусов В.В. Основы структурной геологии. М., Недра, 1985, 207 с.
- 2.Короновский Н.В. Краткий курс региональной геологии СССР. М., Изд-во МГУ, 1984, 334 с.
- 3.Наравас А.К., Буртоликов Д.В. Новые перспективы пресной воды в Крыму. Доклад на XIII Международной научно-практической конференции «Новые идеи в науках о Земле, 2017 г.». Секция S-XIII, Том 3, 3 с.
- 4.Наравас А.К. Практика биолокации в геологии. М., Изд-во Ким Л.А., 2017, 112 с.
- 5.Наравас А.К. Дистанционный поиск месторождений. М., Изд-во Ким Л.А., 2019, 120 с.
- 6.Наравас А.К., Ширали, Чумаков Ю.Ф. Проблемы водоснабжения в Крыму и пути их решения. Сб. 71 Международной научно-практической конференции Евразийского научного объединения, Часть 6. М., 2021, с.476 – 480.

*Роль гравитации в глобальной истории Земли*  
*Наравас А.К.\* (МГРИ, [anaravas@mail.ru](mailto:anaravas@mail.ru)), Желябовский Д.Г.*

## Аннотация

Ставится вопрос о более сложном и неоднозначном современном понимании гравитации. Глобальная история развития Земли имеет периодический характер, что связано с космическими силами гравитации. Эволюция биосферы отчётливо сопротивляется изменениям гравитации. На подобную периодичность указывают и изменения интенсивности вулканизма.

## Ключевые слова

Гравитация, периодичность, биосфера, вулканизм.

## Теория

1. Что есть гравитация? Гравитация (gravitas – тяжесть) – общепринятое универсальное фундаментальное взаимодействие между телами, обладающими массой и сегодня описывается теориями Исаака Ньютона (1643 – 1727) и Альберта Эйнштейна (1879 – 1955) [3, 4]. В настоящее время появилась критика этих теорий [1, 5], пока не обнаружен гравитон – элементарная частица поля гравитации. При этом в работе Ньютона «Математические начала натуральной философии», которая сохранилась, нет даже намёка на знаменитую формулу. Неясное притяжение тел у него не переходит в гравитацию. Получается, приписали авторитету, что часто было в то время. Ранее ещё Галилей (1592 – 1610) скидывая с Пизанской башни две разновесные гири отметил, что они приземляются одновременно. Что противоречит закону «Ньютона». Задолго до Ньютона французский физик Рене Декарт (1596 – 1644) определил всемирное тяготение в виде сложного планетарного завихрения, что затем продолжил наш геолог Иван Михайлович Сухов (1905 – 1978) [7].

Важная гравитационная постоянная  $G$  отсутствовала в научных работах до начала XIX века и в нынешнем виде впервые была введена в закон всемирного тяготения много позже как коэффициент пропорциональности, после перехода к единой метрической системе мер. Поражает крайне малая величина  $G=6,67 \cdot 10^{-11}$  Нм<sup>2</sup>/кг<sup>2</sup>. Генри Кавендиш (1731 – 1810), поставил эксперимент (который никто не повторил) с целью определения средней плотности Земли с помощью крутильных весов, изобретённых Джоном Мичеллом (1798). Уже на основе величины средней плотности Земли позже было вычислено (или подогнали) численное значение  $G$ .

Напомним, что сила тяжести равна массе тела в случае его неподвижности по отношению к Земле [3]. Сила тяжести измеряется гравиметром. Самым первым гравиметром принято считать маятник Галилея. В честь этого ученого названа единица измерения гравитации – Гал. Если сила тяжести измеряется в ньютонах, то гравиметр измеряет ускорение, которое сила тяжести придаёт падающим телам. Поэтому величина в 1 Гал соответствует 1 см/с<sup>2</sup>. Гравиметр широко применяется в геологии при анализе строения земных недр и поиске полезных ископаемых.

Гравиметры делятся на два класса: абсолютные и относительные. Так, первые измеряют непосредственно гравитационное поле, то есть ускорение свободного падения  $g$ , которая равна в среднем 981 Гал ( $\text{см}/\text{с}^2$ ). До середины прошлого века использовали с этой целью маятники Галилея, сейчас применяют приборы, в которых напрямую изучается время падения тела в вакууме. Чтобы с помощью относительного гравиметра определить значение  $g$  в данной местности, необходимо знать его точное значение для этого прибора в другом – базовом месте. Часто используются пружинные, крутильные гравиметры. Появились сложные гравиметры с чувствительностью около  $\approx 1$  нГал. Конструкций много. Последний фиксирует изменения гравитации, вызванные увеличением толщины снежного покрова на поверхности Земли в несколько см.

Расстояние в «формуле Ньютона» почти не вызывает сомнений при определении. Однако вернёмся к массе тел, которые обозначены в законе Всемирного тяготения. Так, Иродов И.Е. предложил понимать массу как меру «инертности» тела измеряемую гравитационным действием [3]. Однако, космические тела перемещаются во Вселенной с огромной скоростью и инертными их назвать крайне сложно.

Кроме того, упомянутые выше законы не объясняют «зону Санта Круз» в Калифорнии, где практически отсутствует гравитация – люди зависают, или течение реки наоборот – в гору, как в Армении на горе Арагац. А таких мест на Земле не мало. Т.е. гравитация как явление сегодня представляется сложнее, чем думали раньше.

2. Действие гравитации в Космосе. Планета Земля в составе Солнечной системы обращается вокруг ядра нашей Галактики – «Млечный путь» за Галактический год – около 200 млн. лет, что впервые отметил геолог Личков Б.Л. Скорость движения самой Галактики около 600 км/сек, а орбитальное вращение Солнца (и соответственно Земли) 220 – 250 км/сек. Во время этого обращения вокруг галактического Центра по ходу возникают периоды снижения скорости обращения или торможения.

Наибольшее торможение Солнечной системы гравитационным полем ядра Галактики возникает из-за противоположных направлений векторов движения, когда Галактика движется в одном направлении, а Солнечная система в противоположном. Что возникало в кембрии, девоне, триасе и палеоген-неогене. Не сложно заметить, что именно к этим временным периодам приурочены гигантские перестройки на Земле.

Так, в кембрии возникает скелетная революция, когда многочисленные организмы вдруг впервые приобретают твёрдый скелет – раковины, или некий панцирь. Это как противодействие гравитации, чтобы выжить в перегрузке.

В девоне биосфера вышла на сушу, возникли многочисленные растения с корневой системой, а сами растения устремились вопреки гравитации вверх до 8 м. В триасе появились первые теплокровные млекопитающие животные, кровеносная система которых противостояла гравитации. Триас – время коренных перемен, с ярким гигантизмом биосферы. Появилась социализация организмов, объединение в группы, что заложило основы для последующих периодов.

Проходит ещё около 200 млн. лет и наступает последняя перестройка земной коры и животного мира. Гигантские секвойи поднимаются вверх уже до 100 м, чего раньше не было. Из млекопитающих выделяется как вид и человек. На протяжении всей истории Земли наблюдается скачкообразное увеличение массы животных и соответственно мозга. Однако такая пропорция оказалась для природы тупиком. Поэтому эволюция

пошла другим путём – осложнением мозга. Если у муравья 250 тыс. нейронов, то у обучаемой крысы уже 200 млн., а у человека порядка 100 млрд. нейронов. Причём у муравьёв (360 млн. лет), чтобы выжить виду появляется разделённое, или групповое сознание. Однако крыса (250 млн. лет) уже практически самостоятельно принимает решения. Ну, а человек думающий (2 млн. лет) – воплощение вершины эволюции.

Таким образом, вся биосфера приспособливается к изменениям гравитации, а иначе просто сопротивляется размерами, скелетом и разумом. Впервые это заметил в 1950-е годы выпускник МВТУ, не геолог, Георгий Маленков – бывший глава Советского Правительства, когда оказался в опале [2].

3. Влияние гравитации на вулканизм. Оказалось, что усиление вулканической деятельности, изученное по распространению вулканических пород, также имеет периодичность: максимумы проявились в кембрии, девоне, триасе и палеоген-неогене (рис.1). Причём и качественно вулканический материал также скачкообразно изменялся от ультраосновных и основных магм к кислым и щелочным.

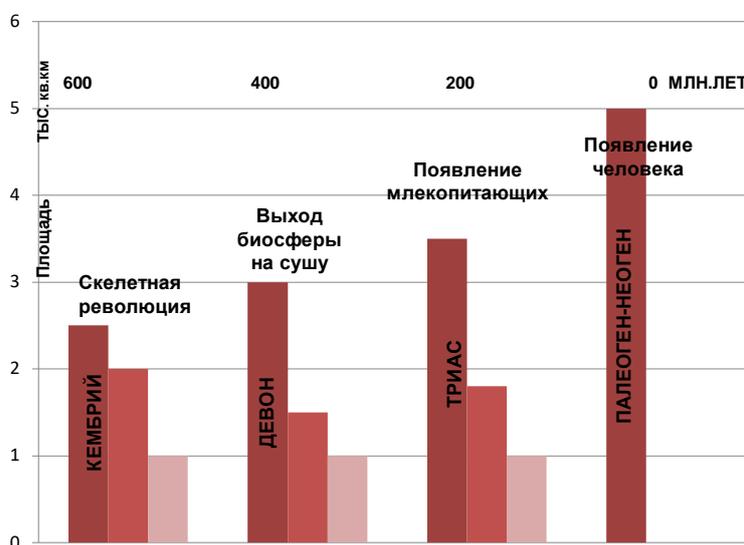


Рисунок .1. Синхронное развитие вулканизма и биосферы Земли.

Безусловно, понимание эволюции магматизма имеет принципиальное значение для геологии, поскольку состав изливающихся магм определяет специфику и вероятность полезных ископаемых. А это может быть важным поисковым признаком в региональных прогнозных работах.

Вулканизм сопровождается выносом большого числа различных газов, при этом 95 % их составляет водяные пары [6]. На сегодня насчитывается около 800 наземных вулканов и порядка 10 000 на дне океанов. Иначе – это гигантский источник для возникновения водоёмов и морей. Кроме пирокластического и лавового материала, как доказано, вулканы причастны к синтезу предбиологических соединений на примитивной Земле. Установлено, что современные вулканы производят целые аминокислоты типа глицина, аланина и даже насыщенные углеводороды. Также показано, что вулканы явились поставщиками важных микроэлементов для существования биосферы. Поэтому как факт установлено, что всякое увеличение вулканической деятельности провоцирует рост растений и популяций животного мира.

Кроме того, можно также сделать вывод, что поскольку мы сейчас находимся в первой половине последнего галактического года, то скорее ожидать усиление процессов вулканизма, чему сопротивляться человечество не сможет, как гравитации. Поэтому фантазируя на далёкое будущее, наверняка человечество наверняка будет стремиться переселиться на наиболее устойчивые участки земной коры – древние платформы – кратоны. Хотя и платформы раскалываются рифтами, как например озеро Байкал.

4. Гравитация со стороны Луны? Ещё одна неясная проблема гравитации – это взаимодействие Луна – Земля [5]. Как объяснить отливы два раза в сутки, да ещё и неравномерно по океанам? Иначе, почему горб воды со стороны Луны и с противоположной стороны Земли возникают одновременно?

Ведь если причина в притяжении Луны, то тогда отлив должен быть раз в сутки. Если отлив – продукт центробежных сил, то ожидается активная статика и вообще не должны быть отливы. А ведь Луне отводится классиками чуть ли не главная роль «колыбели» в зарождении и эволюции биосферы Земли. При этом и Земля притягивает эти триллионы кубов океанской воды. Но расстояние между этой водой и Землёй на пять с лишним порядков меньше, чем расстояние между земной водой и Луной. А, при возведении в квадрат (по формуле), получим десять порядков. Поэтому влияние Луны на земную воду по «закону Ньютона» ничтожно.

Единственный известный нам процесс, обладающий мощностью, необходимой для того чтобы перемещать эти триллионы тонн воды – это космическая гравитация, которую мы на сегодня не объясняем. Именно она на самом деле ответственна за приливы и отливы на Земле. Но при этом, как выясняется, Луна движется вокруг Земли по странной неэллипсойдной траектории, то приближаясь, то удаляясь, против законов Кеплера. А во время Солнечного затмения Луна должна была бы улететь к Солнцу, чего нет на самом деле. Возможно, подлинной причиной возникновения гравитации является резкое локальное искривление в неоднородности пространства-время Космоса (что мы пока не фиксируем) в силу неясных нам причин. Возможно, так как это предполагал А. Эйнштейн.

## **Выводы**

1. Гравитация на сегодня представляется сложней, чем раньше.
2. Жизнь на планете Земля противостоит гравитации. Эволюция растений и животного мира тесно связана с выживанием в новых гравитационных стрессах.
3. Наблюдается синхронное развитие вулканизма и биосферы Земли. В этой связи Человечеству исторически выделено достаточно времени (около 130 млн. лет), чтобы покинуть планету Земля в случае невозможности проживания при критическом усилении процессов вулканизма в будущем.

## **Библиография**

1. Белинский Б.А. Физика, которой не хватало Эйнштейну и Блаватской. Критический анализ современной физики. М., Общество дружбы и развития сотрудничества с зарубежными странами, 2010, 312 с.
2. Белов С.К. Гравитация и жизнь. Смирновский сборник, 2019, 392-396 с.

3. Иродов И.Е. Механика. Основные законы. М., Лаборатория Базовых Знаний, 2003, 312 с.
4. Касьянов В.А. Физика. Учебник для 10 кл. М., Дрофа, 2002, 416 с.
5. Левашов Н.И. Неоднородная Вселенная. М., Изд-во «Митраков», 2016, 352 с.
6. Мархинин Е.К. Вулканы и жизнь. М., МЫСЛЬ, 1980, 196 с.
7. Научное наследие И.М. Сухова. Гравитация и геологические процессы. Очерки по истории геологических знаний. Вып. 29. СПб, 1994, 153 с.

**Геодинамические особенности эволюции Черноморско-Южно-Каспийской мегавпадины в мезокайнозойское время**  
**Погорелова Е.Ю. (Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, e-mail: yu\_pgrlova@mail.ru)**

**Аннотация**

Черноморско-Южно-Каспийская мегавпадина – обширный регион, включающий в себя крупные геологические структуры, развивавшиеся в течение мезокайнозойского времени и имеющие как единую историю развития, так и различную.

Благодаря анализу вулканитов, погребенных под кайнозойскими отложениями, смоделирована картина развития окраины древнего океана и ее последующая история. Благоприятные условия для генерации и аккумуляции углеводородов, сложившиеся в результате всех процессов, привели к тому, что вся Черноморско-Южно-Каспийская мегавпадина обладает огромным запасом этих полезных ископаемых.

**Ключевые слова**

Рионская, Куринская, Черноморская, Южно-Каспийская, островная дуга, энсиалический, энсиматический, конвергенция

**Теория**

Черноморско-Южно-Каспийская мегавпадина представлена Черноморским и Южно-Каспийским бассейнами и Рионской (Колхидской), Куринской и Западно-Туркменской впадинами (рисунок 1).



**Рисунок 1.** Геодинамическая модель Черноморско-Южно-Каспийской мегавпадины

Рассматриваемая территория в мезозое представляла активную континентальную окраину Евразии (островная дуга, окраинное море южного склона Большого Кавказа) и находилась в условиях сжатия, связанного со сближением Гондваны с Евразией [5].

В пределах Куринской впадины стратиграфический разрез мезозоя представлен образованиями двух островных дуг - нижней и верхней, а в Колхидской впадине лишь одной островной дугой - нижней.

Разрез нижней островной дуги соответствует байосу и связан с энсиматической островной дугой, заложившейся в пределах центральной части Куринской впадины в связи с замыканием реликта Палеотетиса. Разрез верхней островной дуги соответствует времени позднея юра - поздний мел и связан с субдукцией залива океана Мезотетис в Гейча(Севан)-Акеринской зоне. Действительно, если под дацитами, андезито-дацитами верхнего байоса будут вскрыты андезиты, андезито-базальты известково-щелочной серии, что весьма вероятно, так как именно такой разрез характерен для Сомхето-Агдамской зоны Малого Кавказа (с ним проявляют определенное сходство вулканы Кюрдамир-Саатлинского поднятия), а под ними будут залегать толеиты островной дуги, имеющей симатическое основание, то это будет разрез зрелой островной дуги, прошедшей весь цикл своего развития[6]. Наподобие разреза океанической дуги Тонга-Кермадек (Брайан, 1983), где вверху его залегают дациты.

Следующий островодужный цикл - позднеюрско-поздне меловой, причем верхнеюрско-нижнесенонские вулканы относятся к известково-щелочной серии (верхнеюрско-неокомские - Саатлы, неокомские - Джаллы, апт-сантонские - Мурадханлы, верхнесенонские - Мурадханлы) по составу отвечают шошонитам - вулканикам, характеризующим зрелую стадию энсиматической островной дуги. Гомодромный характер разреза верхней островной дуги подчеркивают интрузивы, представленные кварцевым сиенит-диоритом и гранодиоритом, вскрытые скважинами № 1 и 3 площади Караджалы в пределах Кюрдамир-Саатлинского погребенного поднятия и подчеркивающие зрелость островной дуги. Оба островодужных цикла подчеркивают незавершенность развития континентальной коры.

В Колхидской впадине в мезозое проявился один цикл - байос-батский, также с характером вулканизма [2,4] гомодромного типа, но здесь цикл развития завершенный. Проявилась заключительная – континентальная стадия, с которой связано наращивание гранитного слоя (батская орофаза, гранитоидный магматизм, моласса).

В пределах энсиматических блоков на территории Куринской впадины "гранитный" слой представлен вулканиками средней юры и образованиями доюрского фундамента. В пределах энсиматического блока "гранитный" слой соответствует вулканикам средней юры, а образования доюрского "гранитного" слоя отсутствуют. Где земная кора имеет сокращенный "гранитный" слой (энсиматическая), там процесс превращения океанической коры в континентальную остановился на островодужной стадии (центральная часть Куринской впадины).

В пределах Колхидской впадины "гранитный" слой выражен доюрским основанием, так как вулканы средней юры [1] имеют меньшую плотность и скорость, чем таковые Куринской впадины. В Колхидской впадине это связано с рифтогенезом, происходившим здесь в поздней юре и позднем мелу, который и обусловил разуплотнение вулканитов средней юры в процессе растяжения.

В пределах энсиалического Вандамского блока скорость и плотность, характерные для "гранитного" слоя, связаны с выходами вулканитов среднеюрского возраста [5]. Бурение, проведенное в пределах Саатлинской сверхглубокой скважины, увязанное с данными ГСЗ и КМПВ, подтверждает приуроченность поверхности с  $V_T=6,5$  км/сек к вулканитам средней юры. В пределах энсиматического блока анализ данных КМПВ и ГСЗ показывает, что мощность юрских отложений в пределах Кюрдамир-Саатлинского поднятия более 5 км. В направлении Евлах-Агджабединского прогиба она увеличивается [7].

Толща пород с указанной граничной скоростью залегает на образованиях с граничной скоростью  $V_T=6,7 - 7,0$  км/сек, что соответствует поверхности базальтового слоя. Но в пределах энсиалических блоков резко подскакивает мощность слоя, к которому приурочены параметры геофизического "гранитного" слоя.

На гравиметрическом профиле (Анаклия-Карши) к северу от Мингячевир-Гейчайского глубинного разлома резко увеличивается мощность "гранитного" слоя: гранитно-метаморфического субстрата в пределах энсиматического блока нет и процесс образования континентальной коры не пошел дальше островодужной стадии. В пределах энсиалических блоков "гранитный" слой составляют островодужный комплекс юрского возраста и собственно образования доюрского кристаллического фундамента, чем и объясняется повышенная мощность "гранитного" слоя.

В пределах восточной части Западно-Туркменской впадины [3] поверхность фундамента приурочена к верхам палеозоя или триаса (раннекиммерийская складчатость, а в западной части, "гранитный" слой представлен островодужными образованиями среднего палеозоя, характерными и для Туранской плиты.

По данным геофизических материалов выходит, что различия в истории развития Куринской и Колхидской впадин предопределяют приуроченность граничных скоростей и плотностей для поверхности фундамента к разным историческим границам [8]. Вулканиты средней юры Грузии менее плотны (М.С.Иоселиани, 1982), чем таковые в Азербайджане. Средняя юра отсутствует в Аджаро-Триалетии и на ее восточном продолжении - в Притбилисском районе, в Артвино-Болнисской зоне, в северной части Алазанской впадины. Здесь, естественно, геофизический "гранитный" слой соответствует доюрскому фундаменту. В Колхидской впадине меньшая плотность ее среднеюрских вулканитов [4] связана с тем, что они дважды - в поздней юре и позднем мелу - испытали на себе влияние рифтогенных факторов. Среднеюрские вулканиты Куринской впадины на протяжении всего послепалеозойского интервала мезозоя продолжали находиться в островодужных условиях, т.е. компрессии, что, несомненно, способствовало сохранению уровня их физических свойств.

## **Выводы**

В результате использования методов палеотектонического анализа, палинспастических реконструкций, данных вулканологии удалось изучить фанерозойский этап развития Южно-Каспийско-Черноморского региона. Предложена модель возникновения сегментов субконтинентальной коры в пределах океанического пространства Прототетиса и дальнейшей ее эволюции в унаследованно развивающемся океане Палеотетис. В Южно-Каспийском сегменте рассматриваемой территории вплоть до бата существовала реликтовая зона Палеотетиса, которая к востоку вплоть до настоящего времени характеризуется субконтинентальной и субокеанической корой центральной

части Куринской впадины и впадины Южного Каспия. В процессе исследований удалось выявить зоны незавершенного цикла развития, а также энсиматические островные дуги с последующей генерацией в молассовый прогиб. Итог: исследуемая территория в мезозое представляла собой активную континентальную окраину тихоокеанского типа. Но в пределах островной дуги удалось выделить ее сегменты, заложившиеся и на океанической и на континентальной коре, что позволяет считать наряду с чертами континентальной окраины тихоокеанического типа проявление черт континентальной окраины антильского типа.

Проведенные исследования позволили выделить такие элементы как молассовый, неналоженный прогиб (Куринская впадина) и эпирифтовый молассовый прогиб (глубоководная часть Черноморской впадины).

Области, постоянно прогибающиеся в течение мезокайнозоя, являются перспективными в отношении нефтегазоносности (Абшеронский полуостров, Нижне- и Среднекуруинская впадины, Западно-Туркменская впадина), если складчатость прерывистого типа, т.е. неразрушенная орогенезом и в них развит непрерывный разрез отложений.

В Западно-Туркменской впадине изменение структурного плана произошло в палеогене, а современный структурный план формируется с плиоцена, потому нефтегазоносность обнаруженная и перспективная связана с палеогеновыми терригенными и неоген-четвертичными отложениями.

## **Библиография**

1. Арутюнян А.В. Земная кора Малого Кавказа, офиолиты, вулканизм, нефтегазоносность, сейсмичность. - Государственный инженерный университет Армении (ГИУА). - Вестник ОНЗ РАН. - том 2. - 2010. - С.44-53
2. Большой Кавказ в альпийскую эпоху. - Москва. - ГЕОС. - 2007. - 382 с.
3. Гулиев И.С., Федоров Д.Л., Кулаков С.И. Нефтегазоносность Каспийского региона. - Баку. - 2009. - 409 с.
4. Зейналов Г.А. Куринская межгорная впадина; Активная тектоника и закономерности распределения залежей углеводородов : статья / Г. А. Зейналов // Геология нефти и газа : Научно-технический журнал. - 2004. - N 6. - С. 35-38.
5. Мамедов П.З. ЮКВ - реликт задугового (окраинного) моря мезозойско-палеогенового возраста. - Petroleum geology and hydrocarbon potential of the Black and Caspian seas region. - thesis. - 23-26 September 2002. - Baku. - Azerbaijan
6. Погорелова Е.Ю. Геологическое строение и развитие Предмалокавказского прогиба и перспективы нефтегазоносности верхнемеловых отложений. - Канд. дисс. - Баку. - 1991. - с.148.
7. Рахманов Р. Р. Закономерности формирования и размещения залежей нефти и газа в мезокайнозойских отложениях Евлах-Агджабединского прогиба. - Баку. - 2007. - 191 с.
8. Сомин М.Л. Большой Кавказ альпийский и доальпийский: сравнение и некоторые обобщения. // Доклад на Белоусовских чтениях, М.: ИФЗ РАН, 2005

***Изучение метаморфических и магматических пород фундамента Восточно-Европейской платформы в коллекциях Центрального региона ТФГИ на Подмосковной геологической практике***  
***Погребс Н.А.\* (МГРИ, Москва, РФ, pogrebs@yandex.ru), Фролов В.В. (ФБУ ТФГИ, Москва, РФ, frolov-vv@ctfi.ru)***

**Аннотация**

При прохождении практики по получению первичных профессиональных умений и навыков (учебной геологической) в Московской области студенты первого курса в карьерах и обнажениях изучают породы осадочного чехла Восточно-Европейской платформы. Фундамент платформы залегает на глубинах от 200-500 м до 3-4 км. В экспозиции музея Центрального региона Федерального бюджетного учреждения «Территориальный фонд геологической информации по Центральному федеральному округу» (ТФГИ) можно увидеть образцы фундамента Московской синеклизы и Воронежского кристаллического массива (ВКР) к которому приурочен крупнейший в России железорудный бассейн – Курская магнитная аномалия (КМА).

**Ключевые слова**

Геологическая практика, музей Центрального региона, метаморфические породы архейского и нижнепротерозойского возраста, магматические породы докембрия, фундамент Восточно-Европейской платформы, полезные ископаемые фундамента.

**Теория**

По учебным планам различных направлений образования почти все студенты 1-го курса МГРИ проходят практику по получению первичных профессиональных умений и навыков (учебную геологическую) в Московской области. В карьерах и обнажениях они изучают породы осадочного чехла Восточно-Европейской платформы каменноугольного, юрского и мелового возраста. Фундамент платформы залегает на глубинах от 200-500 м до 3-4 км. Представление о породах фундамента можно получить при изучении Балтийского кристаллического щита и Воронежского кристаллического массива. Метаморфические и магматические горные породы Балтийского кристаллического щита принесены в Московскую область ледником и находятся в составе основной и конечной морен Московского оледенения. В экспозиции музея можно увидеть образцы фундамента Московской синеклизы из керна скважин и образцы из керна скважин, обнажений и карьеров ВКР к которому приурочен крупнейший в России железорудный бассейн – КМА.

Музей Центрального региона ТФГИ был создан по инициативе начальника Палеонтологической партии Геологосъемочной экспедиции Герасимова П.А. в 1965 году. Главным и единственным хранителем коллекций сейчас является Фролов В.В. Художественное оформление залов выполнено Жаданом А.П. За последние годы в музее были созданы электронные каталоги коллекции с фотографиями и описаниями образцов, и привязкой к витринам.

В витринах Выставочного зала музея в экспозиции «Нижнедокембрийские образования Воронежского кристаллического массива» выставлены около 300 уникальных образцов из скважин, которые бурились в Московской синеклизе (глубины 2940-4280 м), в Калачско-Эртильском и Воронежско-Елецком блоках Воронежского

кристаллического массива (глубина 200-300 м) и из скважин и карьеров Центральной части массива (КМА).

Фундамент в центральной части Московской синеклизы находится на глубине до 5 км. Это область сочленения трех крупных литосферных мегаблока – Сарматского на юго-западе, Волго-Уральского на востоке и Фенноскандинавского на северо-западе. Мегаблоки континентальной земной коры сложены гнейсами, гранулитами и мигматитами архейского и нижнепротерозойского возраста и формировались от 3,2 млрд до 1,65 млрд лет назад. При столкновении этих блоков и закрытии протоокеанов 1,8-1,7 млрд лет назад образовались нижнепротерозойские межблоковые пояса и единый массив – Восточно-Европейский континент (Кузьмин А.Н. и др., 2015).

Уникальные образцы фундамента Московской синеклизы, которых нет ни в одном геологическом музее, представлены архейскими гранулитом (скв. Р-7, 1571 м, г. Москва, ТЭЦ-21) и амфиболит-гранатовым сланцем (скв. Бобровская, 2935 м., Вологодская обл.), отражающими состав Фенноскандинавского мегаблока. Более молодыми породами сложен межблоковый пояс в области сочленения Волго-Уральского и Фенноскандинавского мегаблоков. Это архейско-протерозойский гнейс (палеовулканит) из Воротиловской кольцевой структуры (скв. 4261,2 м, Ярославская обл.); рифейский гранитогнейс (скв. Апрельевская, 2210 м, Московская область) и пегматоидный кварцито-гнейс (скв. Бологое, 2840 м).

В составе Воронежского кристаллического массива (ВКМ) выделяются два блока: западный блок Курской Магнитной Аномалии (КМА) (часть Сарматского мегаблока) и восточный Хоперский или Воронежский, и расположенная между ними Лосевская шовная зона (часть Волго-Донского межмегаблокового пояса).

Западная часть ВКМ (блок КМА) сложена, главным образом, породами архейского возраста. Разрез стратифицированных архейских образований в пределах КМА начинается с пород обоянского комплекса (плагиогнейсы гранитогнейсовых куполов). Стратиграфически выше с несогласием залегают верхнеархейские образования михайловской серии гранит-зеленокаменных поясов. В михайловской серии выделяются две свиты: нижняя александровская, представленная породами коматиит-базальтовой формации (амфиболовые гнейсы и амфиболиты) и верхняя лебединская, сложенная преимущественно кислыми вулканитами (кварцевые порфиры и андезитовые порфириты) (Кузьмин А.Н. и др., 2015).

Позднеархейские интрузивные магматические образования в пределах мегаблока КМА представлены габбро-амфиболитами и серпентинитами Бесединского комплекса (анортозит), ультраосновными породами Сергиевского комплекса (перидодит и серпентинит) и гранитоидами Салтыковского комплекса (плагиогранит).

Раннепротерозойские отложения в пределах блока КМА наблюдаются в узких линейных зонах юго-восточного – северо-западного простирания, которые в геодинамическом отношении представляют собой внутриконтинентальные рифтогенные структуры, заложившиеся на неоархейской протоплатформе. Отложения нижнего протерозоя (нижнего карелия) представлены курской (2,5-2,3 млрд лет назад) серией. Стойленская свита курской серии состоит из двух подсвит - нижняя это кварцевые, слюдисто-кварцевые метапесчаники и кварциты; верхняя - филлитовидные сланцы. Верхняя коробковская свита представлена чередованием железистых кварцитов и сланцев (Кузьмин А.Н. и др., 2015).

Отложения оскольской серии (средний карелий, 2,3-2,0 млрд лет назад) с несогласием перекрывают породы курской серии и представлены в структурах рифтогенного типа пестрыми по составу отложениями. В целом низы разреза сложены метапесчаниками и сланцами, сменяющимися выше мощной толщей железисто-кремнистых образований, к которым приурочены уникальные месторождения железной руды. Завершают разрез нижнего протерозоя метаосадочные толщи, переслаивающиеся с метаморфизованными вулканитами различного состава.

В составе Центрального мегаблока (КМА) наблюдаются следующие интрузивные комплексы раннепротерозойского возраста. Осколецкий – приразломные тела плагиогранитов; Остаповский, - субвулканические тела кварцевых порфиров и Стойло-Николаевский, проявленный в синклинии КМА и связанный с метаморфизмом. В Стойло-Николаевском комплексе представлены габбро, габбронориты и габбро-амфиболиты первой фазы, гранодиориты (2088±193 млн. лет) второй фазы и дайки пироксенитов, диабазовых порфиритов, габбро и диоритовых порфиритов третьей фазы (2047-2071 млн. лет). К более поздним раннепротерозойским интрузивным комплексам относятся Смородинский комплекс габбро-долеритов (1810-1788±50 млн. лет).

В антиклинориях КМА проявлен раннепротерозойский Атаманский комплекс – штоки субщелочных микроклиновых гранитов (первая фаза, 1750±50 млн. лет) и пегматитовые и аплитовые жилы (вторая фаза, 1680 млн. лет). Самые молодые интрузивные образования - сиениты с апатитом, габбро и пироксениты (с эгирином) (2080±50 млн. лет) Шебекинского комплекса, а также сиениты с развитием по трещинам метасоматитов (карбонатиты, альбититы). Дубравинского комплекса (рис. 1).

Для раннего протерозоя характерна протоплатформенная стадия развития: высокое стояние большей части территории массива, с активным проявлением процессов древнего выветривания; формирование отдельных крупных протяженных рифтогенных структур и начала формирования осадочного чехла платформы.

Восточная часть ВКМ относится к Волго-Донскому межмегаблоковому поясу, который был сформирован в конце раннего-начале позднего карелия 2,05 млрд лет назад при коллизии Сарматского и Волго-Уральского мегаблоков (Кузьмин А.Н. и др., 2015).

В состав Лосевской зоны входят нижнепротерозойские терригенные осадки (туфопесчаник лосевской серии) в разной степени мигматитизированные и базальт-риолитовая толща с возрастом 2,14 млрд лет, которые прорваны плагиогранитами Усманского и габброноритами Ольховского комплексов 2,05-2,07 млрд лет назад. Это раннепротерозойские островодужные комплексы, надвинутые на край архейского континента (Кузьмин А.Н. и др., 2015).

Воронежская зона востока ВКМ сложена слабо метаморфизованными песчано-сланцевыми флишоидными отложениями воронцовской серии (полимиктовый песчаник) нижнепротерозойского возраста, накопление которых происходило при разрушении нижекарельских (2,18-2,10 млрд лет) комплексов пород. Эти породы прорваны Мамонским комплексом, представленным двумя фазами – перидотитами, дунитами и серпентинитами с сульфидной вкрапленностью, и габброноритами, пироксенитами и диоритами с возрастом 2100±25 млн. лет. К раннепротерозойским интрузиям относится также Еланский двухфазный массив – нориты и габбро-нориты (2020±15 млн. лет), и диориты, и Бобровский комплекс, сложенный биотит-микроклин-плагиоклазовыми гранитами, часто мусковитизированными, и пегматитами (рис. 1).



**Рисунок 1.** Интрузивные комплексы нижнего протерозоя.

В третьем разделе музея показаны полезные ископаемые фундамента Восточно-Европейской платформы. Главные полезные ископаемые – это осадочно-метаморфические железистые кварциты КМА, бокситы, проявления золота, полиметаллов, меди и никеля, радиоактивных и редких элементов. Сами магматические и метаморфические породы можно использовать как облицовочный камень и для производства щебня.

### Выводы

Изучение архейских и нижнепротерозойских магматических и метаморфических пород ВКР в экспозиции музея существенно дополняет информацию, полученную студентами на практике при посещении карьеров и обнажений Московской области, и позволяет более детально ознакомиться с геологическим строением и полезными ископаемыми фундамента Восточно-Европейской платформы.

### Библиография

1. Кузьмин А.Н., Кириков В.П., Лукьянова Н.В., Максимов А.В. и др. Государственная геологическая карта РФ. М 1:1000 000 (третье поколение). Серия Центрально-Европейская. Лист N-37-Москва. Объяснительная записка. СПб, ВСЕГЕИ, 2015, 462 стр.

**Основные черты тектоники фундамента Черноморско-Каспийского региона**  
**Попков В.И.,\*** (Кубанский государственный университет, e-mail: geoskubsu@mail.ru)  
**Попков И.В.** (Кубанский государственный университет, e-mail: iv-popkov@mail.ru)

## Аннотация

Глубинное строение Черноморско-Каспийского региона интерпретируется в геодинамической модели строения и эволюции литодинамических комплексов в виде коллажа террейнов. После субдукции и коллизии микроконтиненты и островодужные террейны, ограниченные разновозрастными сутурами, с синхронными им краевыми и тыловыми прогибами, ныне составляют Скифско-Туранскую платформу.

## Ключевые слова

сутура, палеорифтовая система, коллизия, конвергенция, плита.

## Источники финансирования

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Администрации Краснодарского края, проект 19-45-230005 юг\_a и проекта РФФИ 19-05-00165\_a.

## Теория

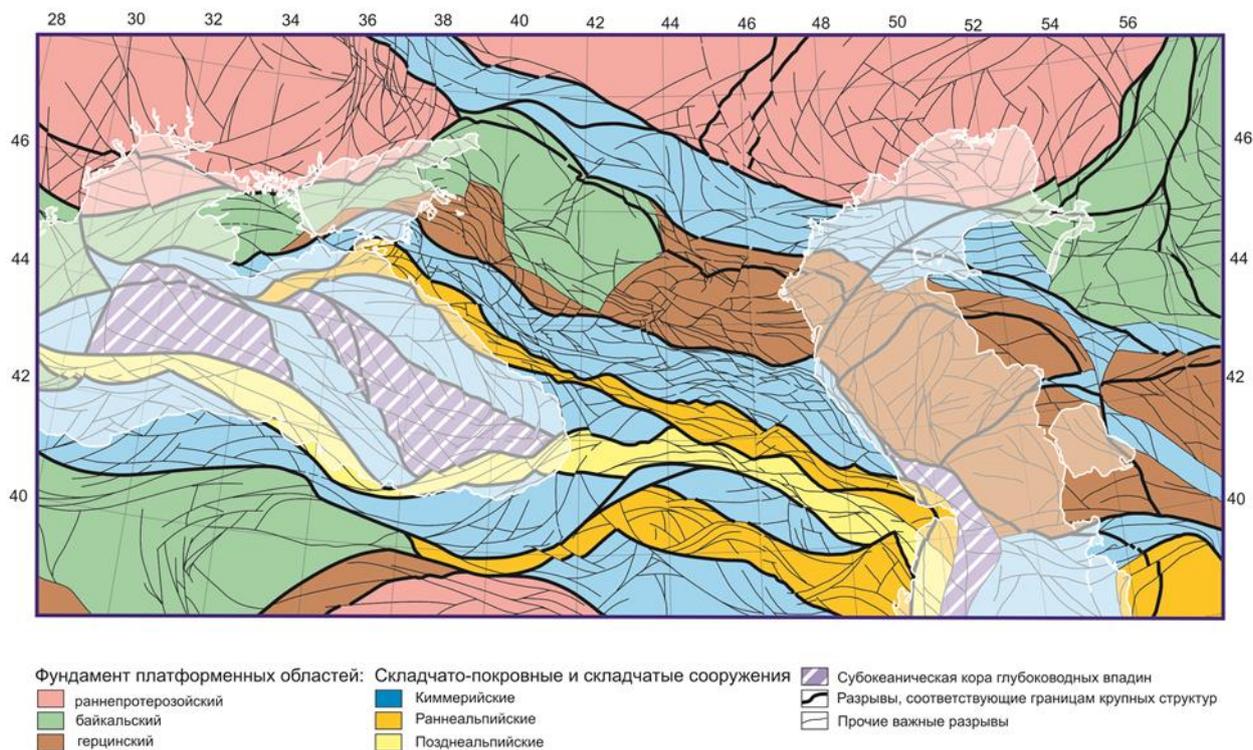
Несмотря на длительную историю изучения, многие принципиальные вопросы глубинного строения Черноморско-Каспийского региона остаются не до конца решенными. Полученные в последние десятилетия геолого-геофизические материалы и дальнейший прогресс теоретической тектоники позволяют во многом по-новому подойти к его тектоническому районированию. Основные представления по данной проблеме были изложены нами в предшествующих работах [1 - 5], что позволяет ниже сформулировать важнейшие результаты в краткой форме.

Исследуемая территория в современном структурном плане включает в себя три крупных тектонических элемента Евразии: 1) южную окраину Восточно-Европейской древней платформы (кратона); 2) молодую, в основном эпигерцинскую Скифско-Туранскую плиту; 3) альпийские (неоген-четвертичные) складчато-надвиговые сооружения Кавказа, Крыма и связанные с ними передовые и тыловые прогибы (рис. 1).

Восточно-Европейская древняя платформа обладает в пределах рассматриваемой территории архейско-раннепротерозойским фундаментом, который здесь повсеместно перекрыт рифейско (?) - фанерозойским чехлом. Располагающееся в северо-западной части юго-восточное погружение Воронежской антеклизы имеет своим фундаментом в основном метатерригенно-вулканогенные флишоидные отложения воронежской серии, отвечающие по возрасту верхней части нижнего протерозоя, а по геодинамической обстановке формирования - склону пассивной окраины Восточно-Русского эпипермского континента [5].

Прикаспийская впадина ограничена на западе крутым уступом, а на юго-западе на нее надвинуты интенсивно деформированные образования кряжа Карпинского – одного из звеньев Донецко-Каспийской палеорифтовой системы [4]. Глубоко погруженный фундамент в ее центральной части характеризуется высокими граничными

скоростями сейсмических волн, отвечающими консолидированной коре океанского или близкого к ней типа. Время и способ образования этой коры до сих пор трактуется неоднозначно. Согласно одной точке зрения, возраст коры позднепротерозойский и, соответственно, нижняя часть чехла включает отложения верхнего протерозоя и нижнего – среднего палеозоя. Согласно другой – глубоководный прогиб образовался в девоне и нижняя часть разреза представлена отложениями рифтовой стадии ее развития, скученной и дуплексированной при конвергенции. Подсолевой верхнедевонско-нижнепермский комплекс в центральной части впадины представлен относительно маломощными глубоководными преимущественно глинисто-мергельными отложениями, а вдоль его юго-западной и юго-восточной периферии Астраханско-Актюбинским поясом карбонатных рифогенных построек, вмещающим гигантские залежи углеводов.



**Рисунок 1.** Схема тектонического районирования фундамента Черноморско-Каспийского региона [5].

Надсолевой комплекс образован мелководно-морскими отложениями верхней перми - плиоцена, прорванными соляными куполами. С юго-востока впадина ограничена сложной сдвигово-надвиговой Южно-Эмбинской зоной дислокаций. В ее строении участвуют главным образом среднепалеозойские терригенные отложения, которые отделяют Прикаспийскую впадину от Северо-Устьюртского блока, относящегося к Туранской плите [1].

Донецко-Каспийская палеорифтовая система, возникшая в среднем девоне, вмещает мощную толщу среднедевонско-нижнепермских отложений, включающую паралическую угленосную формацию среднего и верхнего карбона. В перми-триасе авлакоген испытал конвергентную складчатость, сопровождавшуюся возникновением по северной периферии рудиментарного синхронного пермо-триасового передового Преддонецкого прогиба.

На востоке погребенное под мел-кайнозойским чехлом продолжение Донбасса отделяется от кряжа Карпинского слабо выраженным Восточно-Донбасским поперечным поднятием. В современном структурном плане Донбасс и кряж Карпинского – единая сильно сжатая складчато-надвиговая область дивергентного строения. Северная ее половина состоит из литодинамических комплексов пассивной окраины, включающих Преддонецкий краевой прогиб. Она дислоцирована надвигами и складками северной вергентности. Морфология этих структур определяется южным падением Донецкой коллизионной сутуры [4]. Южная часть Донбасса, под которую наклонена сутура, при конвергенции характеризовалась геодинамической обстановкой активной окраины с пермско-триасовым магматизмом. Надвиги и шарьяжи с амплитудой до первых десятков километров имеют здесь обратную, южную вергентность и представляют собой ретронадвиги от коллизионной сутуры [10]. В их автохтоне сформирована система Манычских тыловых прогибов триасового возраста.

Восточная часть палеорифтовой системы представлена складчато-надвиговым сооружением Горного Мангышлака [1, 2]. В его строении участвует мощная толща отложений пермо-триаса, интенсивно дислоцированных в раннекиммерийскую эпоху. По-видимому, она является продолжением донецких ретронадвигов и Манычской системы тыловых прогибов. На севере эта Центрально-Мангышлакская зона дислокаций через прогиб сменяется Бузачинским поднятием, надвинутым к северу на Северо-Устюртскую синеклизу с позднедокембрийским возрастом фундамента [1]. Этот блок на западе вклинивается между кряжем Карпинского и Прикаспийской впадиной, а на востоке ограничивается меридиональной Западно-Аральской зоной дислокаций. Северо-Устюртская синеклиза вместе с Бузачами и Мангышлакско-Центральноустюртской зоной дислокаций относится уже к Туранской плите.

Манычская зона прогибов разделяется меридиональным Сальским валом на Западно- и Восточно-Манычский прогибы. Западный прогиб расположен к югу от погребенного восточного продолжения Донбасса и подстилается, вероятно, нижнепротерозойским кристаллическим фундаментом, перекрытым девонско-каменноугольным чехлом донецкого типа [3]. Заполнен прогиб нижнетриасовыми обломочными красноцветами. Восточный прогиб вмещает аналогичную толщу пермо-триасовых отложений мощностью более 2 км. Доверхнепермский палеозой здесь сходен с таковым кряжа Карпинского и, следовательно, тяготеет уже к складчатому основанию Скифско-Туранской плиты.

Южнее Восточно-Европейского кратона выделяются несколько палеоплит (террейнов), разделенных позднепалеозойско-триасовыми коллизионными сутурами южного наклона [5]. С ними связан синхронный активно-окраинный магматизм в Южном Донбассе и восточнее по простиранию, в Равнинном Крыму и северном Предкавказье.

Вдоль северного и северо-восточного обрамления Каневско-Березанкой раннекиммерийской складчатой зоны расположен Предскифийский краевой прогиб [5]. Он выполнен молассой каменноугольно-триасового возраста с обломками офиолитов. Прогиб протягивается от Добруджи через Перекоп в северное Предкавказье и далее, изменяя простирание на юго-восточное, перекрывается складчато-надвиговыми сооружениями Кавказа.

Собственно платформенный режим установился на всей площади Скифско-Туранской палеоплиты лишь к началу средней юры, когда все микроплиты после коллизии составили единое целое с Евразийским континентом. При этом до конца эоцена

стабильный режим распространялся и на территории современных альпийских предгорных прогибов – Индоло-Кубанского и Терско-Каспийского, а на центральном участке северного склона Большого Кавказа и Горного Крыма сохранялся, по существу, до позднего миоцена.

В Закаспии к югу от Магышлакско-Центральноустюртской зоны поднятий простирается Южно-Магышлакский прогиб. На южном его борту выделяется Песчаномыско-Ракушечное поднятие, представляющее окончание Самурско-Песчаномысской зоны поднятий по диагонали пересекающей Средний Каспий. К югу поднятие сменяется Казахским прогибом, открывающимся в одноименный залив Каспийского моря. Он ограничен Караауданским валом, который рассматривается [1] как погруженное продолжение Туаркырского поднятия. В его ядре на поверхность выведены слабометаморфизованные породы нижнего – среднего палеозоя, включающие и офиолиты.

Туаркырская сутура отделяет Караауданскую зону от Среднекаспийско-Карабогазской антеклизы. В ее своде фундамент поднят до отметок 1,5 – 2 км и перекрыт нижнемеловыми отложениями; на склонах появляется юра. Южное ограничение антеклизы совпадает с южной границей плиты и выражено Кубадаг-Большебалханской шовной зоной.

## **Выводы**

Таким образом, крупнейшие геоструктуры Черноморско-Каспийского региона логично интерпретируются в геодинамической модели строения и эволюции литодинамических комплексов в виде коллажа террейнов юга Восточно-Европейского кратона. После субдукции и коллизии микроконтиненты и островодужные террейны, ограниченные разновозрастными сутурами, с синхронными им краевыми и тыловыми прогибами, ныне составляют единую стабильную окраину кратона.

## **Библиография**

1. Попков В.И., Попков И.В. Структура фундамента Мангышлака и Устюрта по геофизическим данным // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов АН РБ. 2020. № 27. С. 52-57.
2. Попков В.И. История и геодинамическая модель развития Черноморско-Каспийского региона // Геология, география и глобальная энергия. 2007. №4 (27). С. 48-53.
3. Хаин В.Е., Богданов Н.А., Попков В.И., Чехович П.А. Важнейшие геоструктуры и основные черты развития Каспийского нефтегазоносного мегабассейна // Экологический вестник научных центров ЧЭС. 2004. № 2. С. 47-56.
4. Хаин В.Е., Попков В.И., Юдин В.В., Чехович П.А. Основные этапы тектонического развития Черноморско-Каспийского региона // Экологический вестник научных центров ЧЭС. 2006. № 2. С. 98-106.
5. Хаин В.Е., Попков В.И., Юдин В.В. Палеогеодинамика южного обрамления Восточно-Европейского кратона // Вестник Московского университета. Серия 4. Геология. 2010. № 2. С. 3-9.

*Граница между Амурской и Охотской микроплитами на Северном Сахалине*

*Сим Л.А.\* (ИФЗ РАН, sim@ifz.ru),*

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

**Аннотация**

Неотектонические напряжения, восстановленные на Северном Сахалине, показали существенное различие в новейшем напряженном состоянии восточного и западного побережий п-ова Шмидта. Особенности неотектоники полуострова и тектонических напряжений в разных его частях дают основание утверждать, что это обусловлено прохождением границы между Амурской и Охотской микроплитами именно по этой части п-ова Шмидта.

**Ключевые слова**

Неотектонические напряжения, Амурская и Охотская микроплиты

**Источники финансирования**

Работа выполнена при поддержке Госзадания ИФЗ РАН.

**Теория**

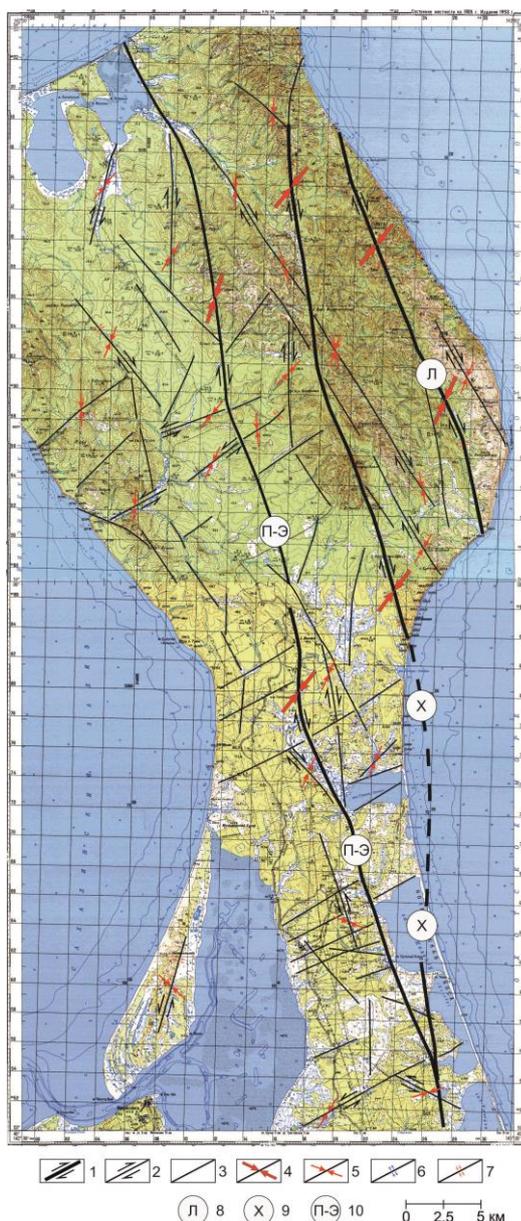
Для Северного Сахалина ранее были восстановлены структурно-геоморфологическим (СГ) методом неотектонические напряжения, показавшие, что достаточно устойчивые региональные сдвиговые неотектонические напряжения с субширотным сжатием и субмеридиональным растяжением на Южном и Центральном Сахалине по мере приближения к п-ову Шмидта приобретают иное простирание – ось сжатия становится СВ, а ось растяжения, соответственно, СЗ простирания [Сим и др., 2017]. Основой для этих реконструкций являлась топоснова масштаба 1 : 1 000 000 и космические снимки. При этом был сделан вывод, что границу между Амурской и Охотской микроплитами на основе изучения тектонических напряжений на Южном Сахалине более обоснованно проводить по Западно-Сахалинскому разлому в Татарском проливе. Анализ механизмов очагов землетрясений, проведенный с помощью МКА [Ребецкий и др., 2017] показал значительное изменение всех параметров современного напряженного состояния на Северном Сахалине [Сим и др., 2017]. Для Северного Сахалина СГ методом произведены повторные более детальные реконструкции неотектонических напряжений по топоснове масштаба 1 : 200 000, позволившие существенно уточнить особенности новейших тектонических напряжений в этой части острова (рис. 1). Исследования тектонических напряжений на Северном Сахалине позволяют выделить три разных ранга. I ранг – тектонические напряжения, восстановленные структурно-геоморфологическим (СГ) методом [Сим, 1982; Ребецкий и др., 2017] по глубинным разломам; необходимо отметить, что указанные разломы могут выражаться в современном рельефе в виде отдельных отрезков, но трассируются на значительные по протяженности разломы, выделенные ранее предшественниками по геолого-геофизическим данным и данным геологической съемки [Рождественский, 1982 и др.]; II ранг – тектонические напряжения, также восстановленные СГ методом вдоль разломов, протяженность которых составляет от 7 до 22 км; III ранг - тектонические напряжения, восстановленные по мелким структурным элементам, исследованным *in situ* в массивах горных пород по методикам [Ребецкий и др., 2017]. Возраст

тектонических напряжений всех трех рангов принимается за неотектонический, на п-ове Шмидта – постмиоценовый по возрасту отложений, в которых преимущественно измерялась трещиноватость, борозды скольжения, песчаные дайки и другие структурные элементы.

При более детальном изучении установлено, что СВ сжатие характерно в общем виде лишь для восточной части п-ва Шмидта. На западе полуострова доминируют субмеридиональные и ССЗ ориентировки осей сжатия и ВСВ ориентации осей растяжения. На севере п-ова многие разломы II-го ранга формируются или активизированы в обстановке дополнительного растяжения. Это может объясняться специфическим развитием п-ова Шмидта на новейшем и современном этапе и находит свое подтверждение на данных картирования береговых уступов, которые показаны на литологической карте поверхности дна акватория Сахалинского залива [Гос. Геол. карта..., лист N-54, 2018]. На карте отображены береговые уступы, вдоль западного берега полуострова Шмидта откартирован грабен, параллельный современному берегу – явное подтверждение ВСВ ориентировки растяжения. Мобильность в антропогене этой части Северного Сахалина подтверждается как отрывом дельты Пра-Амура, так и пропагацией Татарского пролива на север с образованием субмеридионального Амурского лимана. В пределах Охинского перешейка по Паромай-Эхабинскому разлому восстановлено СВ сжатие, далее на юг по разломам II-го ранга определены ориентации осей сжатия, разброс которых ближе к субширотному и меняется от ЗСЗ до СВ. Перешеек образован, по всей вероятности, в поле напряжений, характерном для более южных частей Сахалина при широтном сжатии и меридиональном растяжении, которое и обусловило формирование перешейка. Полевое изучение индикаторов тектонических напряжений произведено на западном (Пильский разрез) и на восточном (Хейтонский разрез) побережьях п-ова Шмидта. В результате полевых исследований практически во всех точках собраны статистически достоверные разные типы геологических индикаторов напряжений/деформаций. В целом ряде точек собраны замеры зеркал скольжения, на основе которых проведена реконструкция напряженно-деформированного состояния, связанного с формирования этих структур методом МКА [Ребецкий и др., 2017]. В структурно-геологическом отношении изученные Пильский и Хейтонский разрезы отличаются прежде всего по широкому развитию на восточном побережье складчатых (пликативных) деформаций, которые на западном берегу имеют минимальное проявление. По данным об ориентировкам осей сжатия и растяжения в ЛСС по обоим побережьям произведена реконструкция общих неотектонических напряжений для Пильского и Хейтонского разрезов по методике [Сим, 1982; Ребецкий и др., 2017]. Региональные (общие) тектонические напряжения отнесены нами к III-му рангу как объединяющие определения локальных стресс-состояний (ЛСС) соответствующего ранга в отдельных точках наблюдения, расположенных достаточно строго вдоль побережий п-ова.

Для Пильского разреза было определено 19, для Хейтонского – 21 ЛСС. Согласно методике нахождения общих полей напряжений по данным о локальных стресс-состояниях (ЛСС) в отдельных точках на единую стереограмму были нанесены оси сжатия и растяжения отдельно для Пильского и Хейтонского разрезов. В обоих разрезах выделено по два этапа напряженного состояния с разными ориентациями осей сжатия и растяжения. Отметим, что само наличие двух этапов для небольшого количества определений ЛСС, восстановленных на относительно небольшой территории в молодых постмиоценовых отложениях, свидетельствует о чрезвычайной постмиоценовой активности исследованной территории. Для обоих побережий свойственно наличие общего поля напряжений сдвигового типа с горизонтальными осями сжатия и

растяжения, но на западном побережье (Пильский разрез) оно характеризуется СЗ ориентацией оси сжатия и СВ – оси растяжения. 2-е поле напряжений на этом побережье относится к взбросовому типу с субвертикальной ориентировкой оси растяжения при неизменном положении оси сжатия. На восточном побережье общее сдвиговое поле напряжений характеризуется ВСВ горизонтальной ориентировкой оси растяжения и ССЗ ориентацией оси сжатия. 2-е поле напряжений на этом побережье – сбросовое с вертикальной осью сжатия; ось растяжения остается практически неизменной. Такое различие в напряженном состоянии двух разных частей п-ова Шмидта можно объяснить тем, что по п-ову Шмидта проходит граница между Амурской и Охотской микроплитами, проведенная ранее в работах [Rodnikov et al., 2008], которая обуславливает столь значительное различие в напряженном состоянии на незначительной территории.



**Рисунок 2.** Схема неотектонических напряжений п-ова Шмидта. 1-2 – Сдвиги: 1- I-го, 2 – II-го рангов; 3 – линияменты; 4-5 – оси сжатия в горизонтальной плоскости: 4 – I-го, 5 – II-го рангов; 6-7 – геодинамические обстановки формирования разломов: 6 – трансенсии, 7 – транспрессии. Цифры в кружках – названия разломов I ранга: Л – Лонгрийский, Х - Хейтонский, П-Э - Паромай-Эхабинский.

## **Выводы**

Принципиально различное поле напряжений на западном и восточном побережьях п-ова Шмидта может быть обусловлено прохождением по этому п-ову границы между Амурской и Охотской микроплитами.

**Благодарности.** Авторы благодарят Богомолова Л.М., Бондаря И.В., Гордеева Н.А., Каменева П.А., Кострова Ю.В., Левина А.В., Ребецкого Ю.Л., Сизанова Б.И., Халиулина Р.Р., Хмарина Э.К. за содействие в организации и проведении полевых работ на Сахалине, а также обсуждение материалов доклада.

## **Библиография**

1. Государственная геологическая карта Российской Федерации м-б 1: 1000 000, лист N-54, автор С.А. Бондаренко, Роснедра, 2018.
2. Ребецкий Ю.Л., Сим Л.А., Маринин А.В. От зеркал скольжения к тектоническим напряжениям. Методы и алгоритмы / Москва: Издательство ГЕОС, 2017. – 234 с.
3. Рождественский В.С. Роль сдвигов в формировании структуры о. Сахалин // Геотектоника. 1982. №4. С.99-111.
4. Рождественский В.С. Активный рифтинг в Японском и Охотском морях и тектоническая эволюция зоны Центрально-Сахалинского разлома в кайнозойе // Тихоокеанская геология. 2008. Т. 27. № 1. С. 17–28.
5. Сим Л.А. Определение регионального поля по данным о локальных напряжениях на отдельных участках // Известия вузов. Геология и разведка. 1982. № 4. С. 35–40].
6. Сим Л.А., Богомолов Л.М., Брянцева Г.В., Саввичев П.А. Неотектоника и тектонические напряжения острова Сахалин // *Geodynamics&Tectonophysics*. 2017. Т. 8. № 1. С. 181–202.
7. Rodnikov A.G., Sergeyeva N.A., Zabarinskaya L.P., Filatova N.I., Piip V.B., Rashidov V.A. The deep structure of active continental margins of the Far East (Russia) *RUSSIAN JOURNAL OF EARTH SCIENCES*, VOL. 10, ES4002, 2008 .

*Геология, геохимия и палеотектоническое положение северных гранитоидных массивов Омчикандинского комплекса (Северная Якутия)*

*Сироткина О.Н.\* (МГУ им. Ломоносова, ИМГРЭ [onsirotkina@gmail.com](mailto:onsirotkina@gmail.com)),  
Афанасьева Е.В. (ВСЕГЕИ МФ, [e.afanasieva@mfvsegei.ru](mailto:e.afanasieva@mfvsegei.ru)), Гусев Г.С. (ИМГРЭ,  
[rbox74@mail.ru](mailto:rbox74@mail.ru))*

### Аннотация

Рассмотрены северные массивы гранитоидов Омчикандинского комплекса в центральной части Полоусненского синклинория Колымо-Омолонской складчатой области, прорывающие терригенные и туфо-терригенные породы нижней-верхней юры. Гранитоидные интрузии представлены биотитовыми гранитами и лейкогранитами, образованными в интервале 125-130 млн. лет. Петрографический состав и петрогеохимические характеристики позволяют относить гранитоиды к гранитам S-типа, геохимические исследования свидетельствуют о преимущественно коровой природе гранитоидов с участием мантийной компоненты.

### Ключевые слова

гранитоиды, геохимия, ранний мел, Полоусненский синклинорий, Якутия

### Теория

Палеотектонические исследования складчатых поясов заключаются в выяснении природы и определение времени формирования ключевых комплексов. Широко распространенные в континентальной земной коре граниты связаны с эволюцией коры. Формирование гранитов происходит преимущественно вдоль конвергентных границ плит [3]. С гранитами в генетической или парагенетической связи находятся рудные месторождения олова, вольфрама, молибдена, золота, серебра, редких металлов и др. Целью проведенных исследований являлось выявление геолого-геохимических характеристик гранитных массивов Омчикандинского комплекса для дальнейшего использования полученных результатов в разработке палеогеодинамической модели региона.

### Геологический очерк

Северные массивы Омчикандинского комплекса (Омчикандинский, Нонгонджинский, Верхне-Тиглякчанский, Истехский, Элинджинский, Верхне-Эликчанский, Одинокий и небольшие интрузии) известны в Полоусненском синклинории в составе продольного гранитного Северного пояса Колымо-Омолонской области. Массивы расположены цепочкой субширотного простирания вблизи границы Депутатской и Туастахской тектонических зон [1] среди терригенных и туфо-терригенных пород нижней-верхней юры.

Комплекс имеет двухфазное строение. Главная первая фаза представлена биотитовыми гранитами и аплитами жильной фации, вторая фаза представлена небольшими телами лейкогранитов, гранит-порфиров и дайками аплитовидных гранитов. С гранитоидами обеих фаз ассоциируют кварцевые и кварц-турмалиновые жилы, контактово-метаморфизованные породы преобразованы в грейзены и роговики. С ними связана олово-вольфрамовая, олово-вольфрам-висмутовая, золото-вольфрам-

кобальтовая, золото-вольфрам-висмутовая, кобальтовая, оловянная с литием, редкоземельная, свинцово-цинковая, висмут-кобальт-никелевая минерализация. В минеральных объектах разных рангов, связанных со всеми исследуемыми массивами, химическим анализом руд выявлено присутствие в малых содержаниях бериллия, лития, тантала, ниобия, кадмия, иттрия, иттербия, иногда присутствуют минералы лития, фтора. Наличие этих элементов отражает участие метасоматической компоненты средней мантии. Характерной чертой для минеральных объектов является локализация в гидротермальных жилах и грейзенах. Вольфрам в основных и попутных рудах всегда концентрируется в двух минеральных фазах - молибденит и шеелит, за исключением руд месторождения Одинокого, где вольфрамовые руды представлены вольфрамитом.

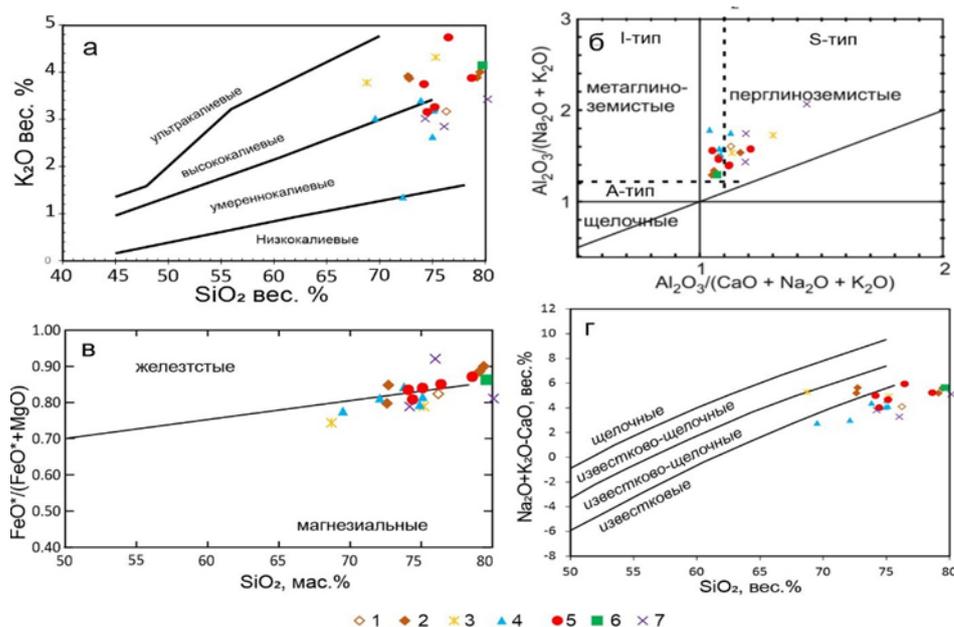
### **Методы исследования**

Анализ породообразующих элементов осуществлялся в Центральной аналитической лаборатории «ВСЕГЕИ» (г. Санкт-Петербург, Россия) рентгеноспектральным флуоресцентным анализом и в Центре лабораторно-аналитических работ «ИМГРЭ» (г. Москва, Россия) - атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой. Анализ элементов-примесей был проведен в Центральной аналитической лаборатории ВСЕГЕИ масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. U–Pb датирование цирконов проводилось на вторично-ионном микрозонде SHRIMP-II в Центре изотопных исследований ВСЕГЕИ.

### **Петро-геохимическая характеристика гранитоидов**

По химическому составу породы первой фазы отвечают гранитам и лейкогранитам нормальной щелочности (TAS-диаграмма) SiO<sub>2</sub> (от 60,7% до 80,1%). Породы комплекса калиево-натриевые ( $n'=0,4-1,2$ ) и калиевые (в области наиболее кислых составов), перглиноземистые (ASI от 1,06 до 1,46), от магнезиальных до железистых (FeO общ / (FeO общ + MgO) от 0,74 до 0,92, преимущественно известковистые, с низкими содержаниями фосфора. На дискриминационной диаграмме для разделения гранитоидов S-, I-, A-типов [6] точки составов пород расположены в поле S- гранитоидов.

Микроэлементный состав гранитоидов характеризуется пониженным содержанием крупноионных литофильных элементов Rb (до 175 г/т) и повышенными содержаниями Ba (до 712 г/т), Cs (до 11,1 г/т), Sr (до 260 г/т). Хондрит-нормализованные спектры распределения РЗЭ пород обогащены в легкой части спектра, выражена отрицательная Eu-аномалия ( $LaN/YbN = 4,2-8,31$ ,  $Eu/Eu^* = 0,2-0,58$ ). Спектры ассиметричны -  $La/SmN = 2,5-4,5$ ,  $Gd/Yb N = 0,6-3,5$ . На основе распределения РЗЭ, выделены гранитоиды из разных массивов с недифференцированными тяжелыми РЗЭ ( $Gd/Yb < 1$ ). Содержания Zr, Hf, Y, Nb выше среднего состава гранитов S-типа [12], выявлена прямая корреляция между содержаниями Y, Zr, Nb и концентрациями тяжелых РЗЭ. Спайдерграммы гранитоидов характеризуются выраженными минимумами Ba, Nb, Ta, Sr, P, Ti. На дискриминационной диаграмме Rb - Y+Nb [8] фигуративные точки лежат в поле гранитов островных дуг, внутри поля пост коллизионных гранитов.



**Рисунок 1.** Петрохимические диаграммы для гранитоидов Омчикандинского комплекса. А) диаграмма  $SiO_2-K_2O$  [10.]; б- диаграмма  $Al_2O_3 / (CaO+Na_2O+K_2O) - Al_2O_3 / (Na_2O+K_2O)$  (молекулярные количества) [7]; в – диаграмма  $SiO_2 - FeO^*/(FeO^*+MgO)$  [5.]; г – диаграмма  $SiO_2 - MAlI$  [5]. Массивы: 1 - Верхне-Тиглякчанский, 2 - Верхне-Эликчанский, 3 – Истехский, 4 – Нонгонджинский, 5 - Омчикандинский, 6 – Элинджинский, 7 - малые тела.

По петрогеохимическим параметрам и геолого-металлогеническим признакам гранитоиды невозможно однозначно отнести к типу S-гранитов или к типу I-гранитов. Первичные соотношения изотопов Sr образования комплекса соответствуют коровым синколлизонным гранитоидам S-типа [2]. Распределение в гранитах Rb, Ba и Sr [11], соотношение петрогенных элементов [9] позволяют предполагать смешанный источник расплавов, включающий преобладающую долю метаграувакков и долю базитового материала. По типоморфным особенностям породообразующих и акцессорных минералов гранитоиды образованы при участии мантийной компоненты.

### Возраст гранитоидов

Большинство имеющихся для пород комплекса определений U-Pb по циркону и  $^{39}Ar-^{40}Ar$  по амфиболу и биотиту методами находятся в интервале 131,8 - 125,0 млн. лет. С учетом современных геохронологических данных возраст комплекса принимается раннемеловым, готерив-барремским.

### Выводы

1. Комплекс образован в две фазы: первая (главная) - биотитовыми гранитами, аплитами жильной фации, вторая - телами лейкогранитов, гранит-порфиоров, дайками аплитовидных гранитов.
2. Гранитоиды по петро-геохимическим характеристикам не отвечают традиционным гранитам S- и I- типа и относятся к IS-типу
3. Гранитоиды Омчакондинского комплекса сформированы в коллизонной тектонической обстановке, предположительно из смешанного источника (метаграувакки

и базальтовый материал) при воздействии метасоматической среднемантийной компоненты.

4. Возраст пород определенный U-Pb по циркону и  $^{39}\text{Ar}$ - $^{40}\text{Ar}$  по амфиболу и биотиту методами находятся в интервале 131,8 -125,0 млн. лет.

### **Библиография**

1. Тектонический кодекс России / Г.С. Гусев, Н.В. Межеловский, А.В. Гуцин и др. / Мин-во природных ресурсов и экологии РФ: РОСНЕДРА: Межрегион. центр по геол. картографии (ГЕОКАРТ) [Отв. ред. Н.В. Межеловский]. — М.: ГЕОКАРТ: ГЕОС, 2016. — 240 с
2. Трунилина В. А., Роев С. П., Орлов Ю. С. Гранитоиды батолитовых поясов Северо-Востока Верхояно-Колымских Мезозойд. Якутск, Медиа-холдинг «Якутия», 2013, 188 с.
3. Barbarin, B. A review of the relationships between granitoid types, their origins and their geodynamic environments // *Lithos*. 1999. V.46 (3). P. 605-626
4. Chappell B., White A. Two contrasting types of granites // *Pacific Geol.* 1974. V. 8, N 2. P. 173–174.
5. Frost B.R., Barnes C.G., Collins W.J. et al. A geochemical classification for granitic rocks // *J. Petrol.* 2001. V. 42. P. 2033–2048.
6. Maeda J. Opening of the Kuril Basin deduced from the magmatic history of central Hokkaido, North Japan // *Tektonophysics*, 1990, V. 174. p. 235–255.
7. Maniar P.D., Piccoli P.M. Tectonic discrimination of granitoids // *Geol. Soc. Am. Bull.* 1989. V. 101. P. 635–643
8. Pearce J.A. Sources and settings of granitic rocks // *Episodes*. 1996. V. 19 (4). P. 120-125.
9. PatinoDouce A.K. What do experiments tell us about the relative contributions of crust and mantle to the origin of granitic magmas? // *Geological Society, London, Special Publications*. 1999. Vol. 168. Pp. 55-75.
10. Rickwood P.C. Boundary lines within petrologic diagrams which use oxides of major and minor elements // *Lithos*. 1989. V. 22. P. 247–263.
11. Sylvester P. J. Post-collisional strongly peraluminous granites // *Lithos*. 1998. V. 45. P. 29–44.
12. Whalen J. B., Currie K.L., Chappel B. A-type granites: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis // *Contrib. Mineral. Petrol.* 1987. V. 95. P. 407–419.

***Нижняя толща конгломератов г. Южная Демерджи, Крым: результаты U-Pb-изотопного датирования зерен детритового циркона и вероятные источники сноса материала***

***Страшко А.В.\* (ГИН РАН, МГУ им. М.В. Ломоносова, [hahastrashko@yandex.ru](mailto:hahastrashko@yandex.ru)),  
Романюк Т.В. (ИФЗ РАН, [t.romanyuk@mail.ru](mailto:t.romanyuk@mail.ru)), Кузнецов Н.Б. (ГИН РАН,  
[kouznikbor@mail.ru](mailto:kouznikbor@mail.ru))***

### **Аннотация**

Проведено U-Pb-изотопное датирование зерен детритового циркона из пробы, отобранной из нижней толщи конгломератов г. Южная Демерджи (нижнедемерджийская свита судакской серии). Анализ полученного набора возрастов и аналогичных опубликованных данных по другим обломочным толщам Горного Крыма показывает, что основными источниками обломочного материала, слагающего нижнедемерджийскую толщу, были герцинский фундамент Горного Крыма и триасовые флишевые отложения Горного Крыма, прорванные интрузивами среднеюрского возраста. Зафиксировано существенное различие источников сноса нижней и верхней толщ конгломератов г. Южная Демерджи.

### **Ключевые слова**

Альпийский ороген Горного Крыма, г. Южная Демерджи, судакская серия, нижнедемерджийская свита, обломочные цирконы, U-Pb-изотопное датирование, источники сноса

### **Источники финансирования**

Исследования проведены по теме Госзадания ГИН РАН и ИФЗ РАН, U-Pb анализы и их обработка выполнены за счет средств РФФИ (№19-05-00284).

### **Теория**

На территории полуострова Крыма выделяется две области, по-разному выраженные в рельефе и имеющие различное геологическое строение: Горный Крым (ГК) и Степной (Равнинный) Крым. Степной Крым является частью Скифской эпигерцинской платформы. ГК представляет собой элемент северной ветви Альпийско-Гималайского покровно-складчатого пояса.

В строении ГК выделено два структурных этажа: киммерийский и синальпийский. Синальпийский структурный этаж охватывает стратиграфический интервал с мела по кайнозой и представляет собой моноклинально залегающий комплекс осадочного чехла. Киммерийский структурный этаж представлен неравномерно деформированными и дислоцированными отложениями позднего триаса-юры. В связи со сложным покровно-надвиговым строением ГК многие аспекты его доальпийской истории в настоящее время не ясны. Восполнению этих пробелов служат, в числе прочих, методы изотопной геохронологии, которые лишь сравнительно недавно стали активно применяться на территории ГК. Для ряда элементов киммерийского комплекса ГК уже получены спектры распределения возрастов зерен детритового циркона (dZr), полученные с помощью U-Pb-датирования.

На склонах г. Южная Демерджи обнажаются две толщи конгломератов [Рудько и др., 2019]. Нижняя (нижнедемерджийская свита) залегает с угловым несогласием на размытой поверхности деформированной таврической серии, круто погружаясь в северо-западных румбах. Верхняя (верхнедемерджийская свита) залегает по седиментационному контакту на нижней (нижнедемерджийской) с угловым несогласием, полого погружаясь в восточном направлении. В ряде стратиграфических схем ГК нижнедемерджийскую толщу относят к судакской серии, а верхнедемерджийскую – к яйлинской [Рудько и др., 2019]. Верхнедемерджийская толща на данный момент уже охарактеризованы наборами возрастов зерен  $dZr$  [Рудько и др., 2019; Kuznetsov et al., 2019]. В данной работе представлены данные по нижнедемерджийской свите.

Проба K19-304 начальным весом  $\sim 1$  кг была отобрана из матрикса конгломератов нижнедемерджийской толщи на западном склоне г. Южная Демерджи в точке с координатами  $44^{\circ}44'40.8''$  с.ш.  $34^{\circ}24'15.2''$  в.д. U-Pb изотопное датирование цирконов методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой с лазерной абляцией (LA-ISP-MS) проведено в лаборатории химико-аналитических исследований ГИН РАН. Используемая аппаратура, технология пробоподготовки и проведения анализов, а также методика обработки результатов подробно описаны в работах [Никишин и др., 2020, Романюк и др., 2018].

В ходе исследования была проанализирована U-Pb-изотопная система 149 зерен  $dZr$ . Значительное количество датировок (30%) характеризуются сильной дискордантностью. Для построения гистограммы и кривой плотности вероятности (КПВ) были использованы только 105 датировок, которые обладают  $|D| < 10\%$  (рис. 1).

В образце K19-304/1 были обнаружены цирконы от палеоархейских до верхнеюрских. Наименьший полученный возраст  $162 \pm 2$  млн лет ( $D1=9.9\%$ ,  $D2=0.6\%$ ), что соответствует низам оксфордского яруса верхней юры. Этот возраст определен лишь у одного зерна. Ближайшие к нему датировки - 170 млн лет и древнее – соответствуют верхам нижней - низам средней юры. Возраста юрских цирконов формируют на КПВ пик, соответствующий значению 174 млн лет. Наиболее плотную группу формируют цирконы, с возрастными 350-200 млн лет (карбон-триас), образующими несколько пиков на КПВ. Также яркий пик присутствует на уровне 2.08 млрд лет. Возраста еще трех немногочисленных групп цирконов сконцентрированы вблизи границы протерозоя и кембрия и на интервалах 1.7-1.9 и 2.8-3.05 млрд лет. Наиболее древние датировки  $3497 \pm 10$  млн лет ( $D1=0.1\%$ ,  $D2=0$ ) и  $3386 \pm 11$  млн лет ( $D1=6.3\%$ ,  $D2=3.9\%$ ) соответствуют палеоархею. Прочие датировки рассеяны на всем интервале от палеоархея до поздней юры, за исключением ордовика и силура.

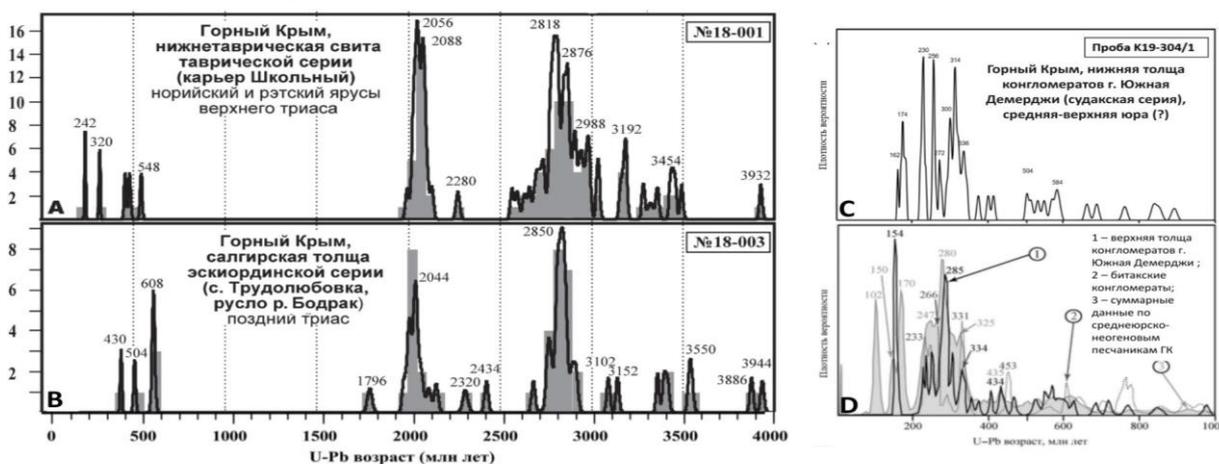
Сопоставление полученного набора возрастов зерен  $dZr$  с опубликованными изотопными данными по некоторым осадочным и магматическим комплексам Горного Крыма показывает следующее:

1. КПВ возрастов зерен  $dZr$  для нижнедемерджийской толщи, нижнетаврической свиты и салгирской толщи обнаруживают высокую степень сходства в докембрийской части спектра (рис. 2, А-В). Совпадают пики, соответствующие значениям из интервалов 2.04-2.09 млрд лет (палеопротерозой), 2.85-3.0 млрд лет (мезоархей) [Никишин и др., 2020]. Это свидетельствует о том, что нижнедемерджийская свита содержит переотложенный материал из триасовых флишевых отложений.



**Рисунок 1.** Гистограмма и КПВ возрастов зерен  $dZr$  из пробы K19-304 /1 (нижняя толща конгломератов г. Южная Демерджи).

- Спектры распределения возрастов зерен  $dZr$  для нижне- и верхнедемерджийской толщ и битакской свиты хорошо согласуются в их фанерозойской части. Во всех трех толщах присутствует значительная по объему группа цирконов с возрастными интервалами 350-220 млн лет (карбон-триас) (рис. 2, С-D). Источником каменноугольных и пермских зерен были, вероятно, гранитоиды герцинского фундамента ГК, а триасовых – гипотетический триасовый магматический пояс, реконструированный в Степном Крыму и на Кавказе [Tikhomirov et al., 2004; Genc, 2004; Nikishin et al., 2015; Okay, Nikishin, 2015; Okay, Topuz, 2016; Романюк и др., 2020;].
- Проба K19-304/1 содержит ранне-среднеюрскую популяцию зерен  $dZr$ , отсутствующую в пробах из верхнедемерджийской толщи и битакской свиты. Пик, формируемый на КПВ возрастными цирконами этой популяции (174 млн лет), точно соответствует возрасту Первомайского интрузива [Морозова и др., 2017]. Этот факт не оставляет сомнений в том, что одним из основных источников сноса материала, слагающего нижнедемерджийскую толщу, был триасовый флиш, прорванный среднеюрскими интрузивами.



**Рисунок 2.** А, В – КПВ и гистограммы для верхнетриасовых толщ ГК [Никишин и др., 2020]; С, D – КПВ для нижнедемерджийской толщи и некоторых других грубообломочных толщ ГК [Рудько и др., 2019] (зерна моложе 1000 млн лет).

## Библиография

1. Морозова Е.Б., Сергеев С.А., Савельев А.Д. Меловые и юрские интрузии Горного Крыма: первые данные U–Pb (SIMS SHRIMP)-датирования // ДАН. 2017. Т. 474. № 1. С. 66–72.
2. Никишин А.М., Романюк Т.В., Московский Д.В., Кузнецов Н.Б., Колесникова А.А., Дубенский А.С., Шешуков В.С., Ляпунов С.М. Верхнетриасовые толщи Горного Крыма: первые результаты U–Pb датирования детритовых цирконов // Вестник МГУ. Сер. 4 геол. 2020. №2. С. 18–33.
3. Романюк Т.В., Кузнецов Н.Б., Рудько С.В. Колесникова А.А., Московский Д.В., Дубенский А.С., Шешуков В.С., Ляпунов С.М. Изотопно-геохимические характеристики каменноугольно-триасового магматизма в Причерноморье по результатам изучения зёрен детритового циркона из юрских грубообломочных толщ Горного Крыма // Геодинамика и тектонофизика. 2020. Т.11. №3. С.453-473. DOI: 10.5800/GT-2020-11-3-XXXX.
4. Романюк Т.В., Кузнецов Н.Б., Белоусова Е.А., Горожанин В.М., Горожанина Е.Н. Палеотектонические и палеогеографические обстановки накопления нижнерифейской айской свиты Башкирского поднятия (Южный Урал) на основе изучения детритовых цирконов методом «TerraneChrono®» // Геодинамика и тектонофизика. 2018. № 1. С. 1–37.
5. Рудько С.В., Кузнецов Н.Б., Белоусова Е.А., Романюк Т.В. Возраст, Hf-изотопная систематика детритовых цирконов и источник сноса конгломератов г. Южная Демерджи, Горный Крым // Геотектоника. 2019. № 5. С. 36–61. DOI: 10.31857/S0016-853X2019536-61.
6. Genc S.C. A Triassic large igneous province in the Pontides, northern Turkey: Geochemical data for its tectonic setting. J. of Asian Earth Sciences 2004. 22, 503-516.
7. Kuznetsov N.B., Belousova E.A., Griffin W.L., O'Reilly S.Y., Romanyuk T.V., Rud'ko S.V. Pre-Mesozoic Crimea as a continuation of the Dobrogea platform: Insights from detrital zircons in Upper Jurassic conglomerates, Mountainous Crimea // Intern. J. Earth Sci. 2019. 108(7), 2407–2428.
8. Nikishin A.M., Wannier M., Alekseev A.S. Almendinger O.A., Fokin P.A., Gabdullin R.R., Khudoley A.K., Kopaevich L.F., Mityukov A.V., Petrov E.I., Rubsova E.V. Mesozoic to recent geological history of southern Crimea and the Eastern Black Sea region. Tectonic Evolution of the Eastern Black Sea and Caucasus // Geol. Soc. London, Spec. Publ. 2015. Vol. 428. DOI: 10.1144/SP428.1.
9. Okay A.I., Nikishin A.M. Tectonic evolution of the southern margin of Laurasia in the Black Sea region. International Geology Review 2015. 57, N.5-8, 1051-1076. DOI: 10.1080/00206814.2015.1010609.
10. Okay A., Topuz G. 2016. Variscan orogeny in the Black Sea region. International Journal of Earth Sciences. December DOI: 10.1007/s00531-016-1395-z.
11. Tikhomirov P.L., Chalot-Prat F., Nazarevich B.P. Triassic volcanism in the Eastern Fore-Caucasus: Evolution and geodynamic interpretation. Tectonophysics 2004. 381, 119–142.

***Датирование тектонических событий путем восстановления термальной истории на примере острова Врангеля (Восточная Арктика)***

***Ульянов Д. К. \*(ФГБУН Геологический институт РАН, МГРИ-РГГРУ, urfin1995@gmail.com), Мусеев А. В. (ФГБУН Геологический институт РАН, МГРИ-РГГРУ, moartem@yandex.ru), Соколов С.Д. (Геологический институт РАН, ssokolov43@mail.ru), Тучкова М.И. (Геологический институт РАН, tuchkova@ginras.ru), Вержбицкий В.Е. (ПАО НК «Роснефть»), Малышев Н.А. (ПАО НК «Роснефть»)***

**Аннотация**

Приведены данные трекового анализа по апатиту для осадочных и магматических пород острова Врангеля. Проведена корреляция трековых возрастов со структурными исследованиями на острове и литературными данными по акватории Чукотского моря и по Арктической Аляске. Установлено позднемеловое-палеоценовое термальное событие, сопоставляемое со среднебрукским несогласием Арктической Аляски.

**Ключевые слова**

Трековое датирование, термохронология, тектоника остров Врангеля, Восточная Арктика.

**Источники финансирования**

Полевые работы 2014 года и последующие аналитические исследования выполнены в рамках совместного проекта с ПАО НК "Роснефть". В различное время лабораторно-аналитические исследования также выполнялись за счет средств компании TGS, и гранта РФФИ № 18-05-70061.

**Теория**

Трековый анализ апатита и циркона применяется для реконструкции термальной истории осадочных бассейнов и оценки степени зрелости органического вещества при прогнозах на нефтегазоносность и поисках нефти и газа. Метод позволяет решать геологические и тектонические задачи, которые невозможно выполнить другими геологическими, палеонтологическими, геохимическими и изотопными методами, а также позволяет проследивать изменение геотермического градиента во времени (Соловьев, 2005).

Метод относится к изотопным и основан на одном из процессов радиоактивного распада – спонтанном делении, при котором нестабильное ядро распадается на два дочерних фрагмента, с высвобождением значительной энергии (в основном в виде кинетической энергии фрагментов) и нескольких нейтронов (Price, Walker, 1963). Дочерние ядра разлетаются в противоположных направлениях и формируют в кристаллической решетке минерала линейный дефект – трек спонтанного деления (fission track). Спонтанное деление подчиняется закону радиоактивного распада. Соответственно, измерив текущее содержание U238 и подсчитав количество треков в единице объема, можно вычислить трековый возраст образца. Главное отличие этого изотопного метода от других заключается в способности кристаллической решетки минерала к восстановлению и постепенному уменьшению длины треков, вплоть до



на поверхностях кливажа, напластования и более ранних взбросов и надвигов, а также трещинами отрыва, наложенными на складчатые структуры. Данный этап предположительно отнесен к палеоцену–эоцену, хотя не исключен и более ранний, апт-поздне меловой возраст его проявления (Вержбицкий и др., 2015; Моисеев и др., 2018). Последний этап, возможно, связан с развитием Южно-Чукотского (Хоуп) рифтогенного прогиба (Вержбицкий и др., 2015).

## **Результаты трекового анализа и их интерпретация**

Трековым методом были проанализированы апатиты из пятнадцати образцов: три протерозойских (гнейсы, гранит), силур-девонский (песчаник), два девон-раннекаменноугольных (песчаник, сланец), позднедевонский (песчаник), два раннекаменноугольных (спилит, песчаник) и среднекаменноугольный (песчаник), два пермских (песчаники) и три триасовых (песчаники). Для всех пород трековые возраста оказались сильно моложе их стратиграфического возраста, следовательно все они прошли через зону полного отжига. В таком случае трековый возраст отражает термальную историю образца, а не источника сноса. Трековые возраста полученные для пяти образцов ложатся в диапазон от 65 до 75 млн. лет, что соответствует позднему мелу – палеоцену. Один образец имеет альбский возраст 108,8±6 млн. лет. Он ложится в диапазон возрастов, полученных в работе (Miller et al., 2017). Оставшиеся восемь образцов имеют широкий разброс трековых возрастов из-за низкого или высокого содержания урана в апатите, а так же из-за недостаточного количества выделенного апатита в некоторых образцах, что приводит к большим погрешностям в определении трекового возраста и не позволяет сколь либо надежно их интерпретировать.

Мощность перекрывающих отложений, рассчитанная для среднего температурного градиента 20-25°C на километр, достигала 5 км. Учитывая небольшие мощности кайнозойских отложений, представленных на острове четвертичными осадками, можно предполагать, что такое погружение было связано с тектоническим сучиванием, обусловленным интенсивными надвиго- и складкообразованием в течение коллизионного этапа (конец неокома).

Средние значения длин скрытых треков колеблются около 15 мкм, что говорит о быстром прохождении образцов через зону частичного отжига (PAZ) и выведении их в приповерхностную зону. Такое быстрое остывание пород не может быть обусловлено только эрозионными процессами, следовательно, перемещение пород к поверхности имело преимущественно тектоническую природу.

Полученные поздне меловые-палеоценовые трековые возраста подтверждают выделенный ранее на основе структурных исследований отдельный этап деформаций, проявление которого сопоставляется нами со временем формирования регионального среднебрукского несогласия Северо-Чукотского прогиба (например, Скарятин и др., 2020). Так же стоит отметить, что эти возраста хорошо согласуются с данными трекового анализа, представленными в работах (Blythe, Bird, 1996; O'Sullivan et al., 1997) по хребту Брукса (Аляска).

## **Выводы**

Все исследуемые породы были подвержены нагреву свыше 120°C, что соответствует зоне полного отжига треков в апатите. При среднем температурном градиенте в 20-25°C на 1 км, образцы были погружены на глубину более чем 5 км.

Наиболее выраженное термальное событие имеет позднемеловой – палеоценовый возраст, что позволяет сопоставить его со среднебрукским несогласием Северо-Чукотского шельфового прогиба и Арктической Аляски. Альбское событие (~110 млн лет), наиболее вероятно, относится к постколлизийному растяжению.

## **Библиография**

1. Вержбицкий В.Е., Соколов С.Д., Тучкова М.И. Современная структура и этапы тектонической эволюции острова Врангеля (Российская Восточная Арктика) // Геотектоника. 2015. № 3. с. 3–35.
2. Косько М.И., Ушаков В.И. (ред.). Остров Врангеля: геологическое строение, минералогия, геоэкология / ВНИИ Океанология, 2003, 137 с.
3. Моисеев А.В., Соколов С.Д., Тучкова М.И., Вержбицкий В.Е., Малышев Н.А. Этапы структурной эволюции осадочного чехла о. Врангеля, Восточная Арктика // Геотектоника, 2018, № 5, с. 22–38.
4. Скарятин М.В., Ставицкая В.Н., Мазаева И.В., Зайцева С.А., Баталова А.А., Моисеева Р.Х., Винниковская Е.В., Булгакова Е.А., Малышев Н.А., Вержбицкий В.Е., Обметко В.В., Бородулин А.А. Построение стратиграфического каркаса осадочного чехла Северо-Чукотского мегапрогиба на основе анализа траектории смещения кромки клиноформ в пространстве // Нефтяное хозяйство. 2020. № 11, с. 20-26.
5. Соколов С.Д., Тучкова М.И., Моисеев А.В., Вержбицкий В.Е., Малышев Н.А., Гущина М.Ю. Тектоническая зональность острова Врангеля (Арктика) // Геотектоника, 2017, №1, с. 3-18.
6. Соловьев А.В. Изучение тектонических процессов в областях конвергенции литосферных плит: методы трекового датирования и структурного анализа // М.: Наука, 2008. 319 с. (Тр. ГИН РАН; Вып. 577).
7. Ann E. Blythe, John M. Bird. Deformational history of the central Brooks Range, Alaska: Results from fission-track and 40Ar/39Ar analyses. Tectonics, 1996, V. 15, No. 2, P. 440-455.
8. Fleischer R.L., Price P.B., Walker R.M. Effects of temperature, pressure and ionization on the formation and stability of fission tracks in minerals and glasses // Jour. Geophys. Res. 1965. V. 70. P. 1497-1502.
9. Gallagher K., Brown R., Johnson C. Fission track analysis and its applications to geological problems // Annu. Rev. Earth Planet. Sci. 1998. V. 26. P.519-572.
10. Gladow A.J.W., Brown R.W. Fission track thermochronology and the long-term denudational response to tectonics // In Ed. Summerfield M.A. Geomorphology and Global Tectonics/ John Wiley and Sons Ltd. Chichester. 1999. p. 57-75.
11. Gladow A.J.W., Duddy I.R. A natural long term annealing experiment for apatite // Nucl. Tracks, 1981. V. 5. P. 169-174.

12. Ketcham R.A., Donelick R.A., Donelick M.B. AFTSolve: A program for multi-kinetic modeling of apatite fission-track data // Geological Materials Research. 2000. V. 2. N 1.
13. Marco G., Malusà, Paul G., Fitzgerald Fission-Track Thermochronology and its Application to Geology // Springer Textbooks in Earth Sciences, Geography and Environment, 2019, 395 p.
14. Miller E.L., Akinin V.V., Dumitru T.A., Gottlieb E. S., Grove M., Meisling K., Seward G. Deformational history and thermochronology of Wrangel Island, East Siberian Shelf and coastal Chukotka, Arctic Russia. Geological Society, London, Special Publications. 460. 2017.
15. O'Sullivan P.B., Murphy J.M., Blythe A.E. Late Mesozoic and Cenozoic thermotectonic evolution of the central Brooks Range and adjacent North Slope foreland basin, Alaska: Including fission track results from the Trans-Alaska Crustal Transect (TACT) // Journal of geophysical research, 1997, V. 102, N. B9, p. 20,841-20,845
16. Price P.B., Walker R.M. Fossil tracks of charged particles in mica and the age of minerals // Jour. Geophys. Res. 1963. V. 68. P. 4847-4862.
17. Wagner G. A., Van Den Haute P. Fission-Track Dating // Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 1992. 285 p.

***Неотектоника-главная причина основных природных закономерностей  
Российской Арктики  
Шполянская Н.А.  
(Ухтинский государственный технический университет, кафедра экологии,  
землеустройства, природопользования. nellashpol@yandex.ru)***

**Аннотация**

Показано, что существующие постулаты относительно четвертичной истории Российской Арктики не соответствуют фактическому материалу.

На основании анализа криолитозоны и подземных льдов сделан вывод о ведущей роли тектонических процессов в Арктическом бассейне в плейстоцен-голоценовом развитии Российской Арктики

**Ключевые слова**

Неотектоника, криолитозона, подземные льды, плейстоцен-голоцен, спрединг

**Теория**

Большую информацию о четвертичной истории содержит криолитозона и подземные льды. Формируясь в определенных природных условиях льды приобретают своеобразные черты, которые сохраняют всю “свою жизнь”, соизмеримую с геологическим временем.

Исходя из информации, содержащейся в подземных льдах криолитозоны Российской Арктики, ни один из постулатов плейстоцен-голоценовой палеогеографии не подтверждается фактическим материалом [Шполянская, 2015].

– Нет соответствия между событиями “ледниковый период – регрессия моря”, “межледниковый период – трансгрессия моря”. Восточный сектор Российской Арктики в течение всего плейстоцена развивался в континентальном режиме при озерно-аллювиальном осадконакоплении. Западный сектор большую часть плейстоцена (исключая поздневалдайскую эпоху) развивался в морском режиме и морском осадконакоплении.

– Не проходит положение о гляциоэвстатике как главной причине изменения уровня Арктического бассейна. Если бы это было так, то уровень океана должен был меняться одинаково на всей площади бассейна. А он не только неодинаково менялся в крупных частях океана, но симметрия нарушалась в соседних небольших районах. Так, в западных районах Ямала морской режим сохранялся еще в каргинское время, а в восточных районах Ямала каргинские отложения представлены континентальными торфяниками с полигонально-жильными льдами. Западный Гыдан сложен казанцевскими достаточно глубоководными морскими осадками, а восточный Гыдан – казанцевскими прибрежно-морскими отложениями с полигонально-жильными льдами (краевая часть бассейна).

– Утверждаемые ныне размеры покровного оледенения на Российском Севере не могут быть обеспечены влагой при современной циркуляции атмосферы.

– Размеры поздневалдайской (сартанской) регрессии Арктического бассейна во много раз завышены и противоречат многим сопутствующим явлениям.

## ПОДЗЕМНЫЕ ЛЬДЫ КРИОЛИТОЗОНЫ РОССИИ

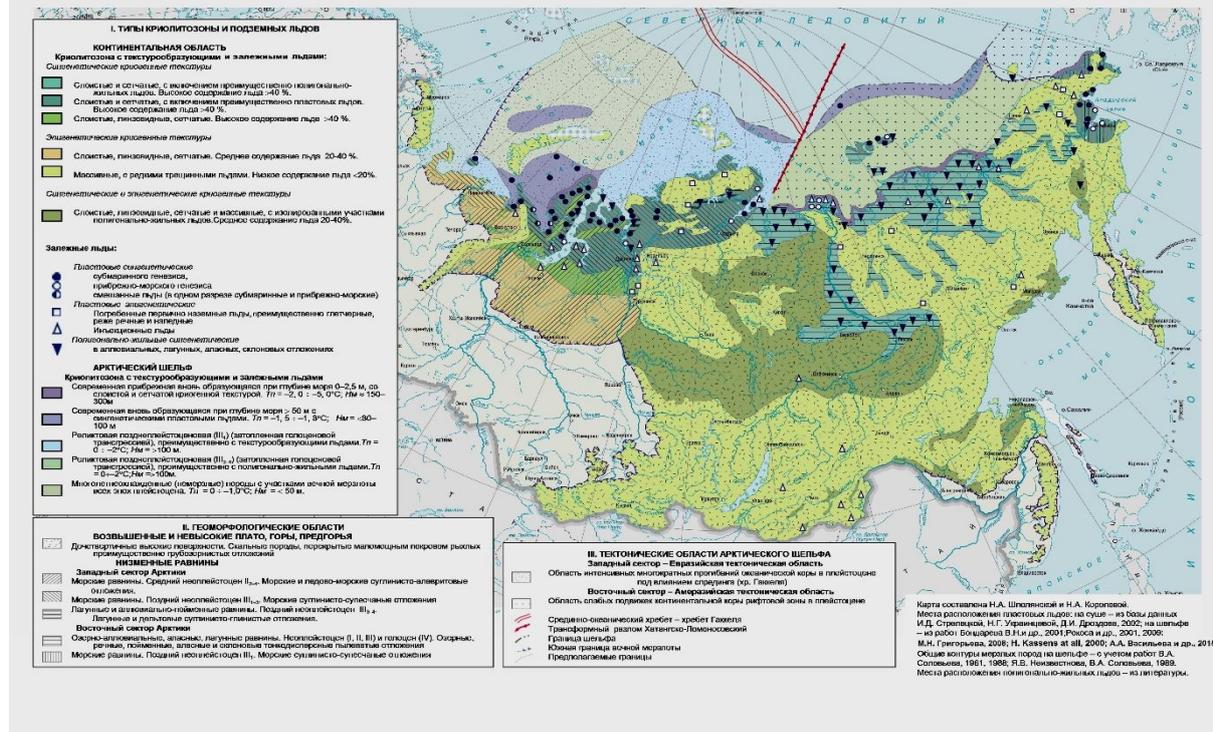


Рисунок 1. Современная криолитозона России и Арктического шельфа, отражающая четвертичную историю региона [Шполянская, 2015]

Анализ материала показывает, что современные природные закономерности сформировались в неотектонический этап и развитие Российского Севера в плейстоцен-голоцене проходило под непосредственным влиянием тектонических процессов в пределах Арктики.

Расположение суши на Земном пространстве, связанное, как теперь уже принято, с движением континентов, менялось на протяжении истории Земли [Сорохтин, 2010]: периодически возникали суперконтиненты, которые располагались в низких широтах, а потому на суше была теплая эпоха. Позже они распались на отдельные континенты, которые расплывались к полюсам. На суше формировалась холодная эпоха. Последний суперконтинент (Вегенеровский) был 200 млн. л. н. Была теплая мезозойская эпоха. На околополюсных пространствах суши не было. В начале кайнозоя континенты, на которые распался суперконтинент, стали дрейфовать в высокие широты. Примерно 10 млн л.н. начался неотектонический этап, приведший к значительному разрастанию

суши и дальнейшему похолоданию. Суша приняла современные очертания и распределение солнечной энергии (главного источника тепла на Земле) стало соответствовать шарообразности Земли. Установилась широтная зональность, высотная поясность, в северном полушарии установился западный перенос воздушных масс,

обусловивший особенности распределения осадков, и тем самым долготная секторность. В конце плиоцена, 5–7 млн л. н., альпийский тектогенез усилил похолодание и окончательно сформировал современные закономерности. В северной Атлантике поднялся Фареро-Исландский порог, изолировавший Северный Ледовитый океан от теплого Атлантического. Южная Америка отделилась от Антарктиды и это привело к возникновению циркумантарктического течения, изолировавшего Антарктику от теплого мирового океана. Увеличение общей высоты горных сооружений в южной половине Азиатского материка (Памиро-Гималайский пояс) преградило приток теплых воздушных масс с Индийского океана в северную Азию и там развился устойчивый антициклональный режим.

Так что именно в конце плиоцена сформировались основные природные закономерности Российской Арктики, под влиянием которых регион развивался в плейстоцене-голоцене.

Четвертичная история Российской Арктики, включая сушу и шельф, самым непосредственным образом связана с тектонической структурой Северного Ледовитого океана. Океан расположен на стыке двух литосферных плит – Евразийской на западе и Американо-Азиатской на востоке. Вследствие этого сформировались две главные океанические впадины, представляющие собой две изолированные разнородные тектонические области [Хаин и др., 2004; Лаверов и др., 2012]: западную с океанической корой и восточную с преимущественно континентальной корой. Хребет Ломоносова замыкает западную Евразийскую впадину, изолируя ее от восточной Американо-Азиатской впадины. Изолированность впадин усугубляется еще и тем, что по хребту Ломоносова проходит граница в Арктике между Атлантическим и Тихоокеанским сегментами Земли [Хаин 2001], и развитие каждого из них идет под влиянием разных факторов.

Развитие западной части Российской Арктики происходит в режиме спрединга в срединно-океаническом хребте Гаккеля. Хребет Гаккеля сформировался в раннем плиоцене, имеет возраст, не превышающий 9,5 млн лет [Карасик, Рождественский, 1977]. Спрединг в Северном Ледовитом океане начался в конце плиоцена [Хаин, Левин, 1980; Хаин, Лимонов, 2004], продолжался в плейстоцене, продолжается и сейчас, хотя активность его заметно снижена. Заметные колебания уровня океана происходят за счет изменения объемов срединно-океанических хребтов [Сорохтин, 2007]. Постепенное раздвижение литосферных плит и поднимающееся астеносферное вещество приводит к уменьшению объема океанических впадин, из-за чего большие объемы воды вытесняются на континент. Так возникают трансгрессии моря. В западном секторе Российской Арктики на Баренцево-Карский шельф, непосредственно примыкающий к области срединно-океанического хребта, в раннем и среднем плейстоцене было вытеснено много океанической воды, которая из-за равнинности прилегающей суши распространилась далеко на юг. На территории Европейского севера России и Западной Сибири образовался обширный морской бассейн (см. рис.1).

Восточная часть Арктического бассейна представлена преимущественно большими блоками устойчивой континентальной коры. Она входит в Тихоокеанский пояс сжатия [Галушкин, Ушаков, 1978]. Это резко снижает динамичность восточной впадины. Влияние спрединга в хребте Гаккеля прерывается крупным трансформным разломом (см. рис.1), к востоку от которого затухают заметные движения земной коры.

Восточный сектор Российской Арктики развивался в плейстоцене в стабильном континентальном режиме [Алексеев и др., 1991].

## **Выводы**

Современные природные закономерности Российской Арктики созданы неотектоникой в плиоцене и влияли на развитие региона в течение всего плейстоцена-голоцена.

Неотектоника обусловила неодинаковую четвертичную историю Российской Арктики, выделив в ней два разнородных сектора – морской и континентальный.

Неотектоникой объяснен один из наиболее спорных вопросов палеогеографии о существовании и механизме образования морского бассейна в западном секторе.

## **Библиография**

1. Алексеев М.Н., Архангелов А.А., Патык-Кара Н.Г., Плахт И.Р. и др., Шельф морей Лаптевых и Восточно-Сибирского – П2–4, III // Шельфы Евразии в мезозое и кайнозое. Атлас палеогеографических карт. М.: Робертсон ГРУПП ПЛК – ГИН РАН, 1991 (ред. М.И.Алексеев). Т.2. Листы 1.12, 1.13.
2. Галушкин Ю.И., Ушаков С.А. Глобальная картина мгновенной кинематики литосферных плит // Вестник Моск. ун-та, сер. Геология, 1978, № 4. с. 20–35.
3. Карасик А.М., Рождественский С.С. Структура оси разрастания океанического дна и закономерности ее формирования (на примере рифтовой зоны Североатлантического мегабассейна) // Основные проблемы рифтогенеза. Новосибирск: Наука, 1977. с. 167 – 175.
4. Лаверов Н.П., Лобковский Л.И., Кононов М.В., Добрецов Н.Л., Верниковский В.А., Соколов С.Л., Шипилов Э.В. Базовая модель тектонического развития Арктики для установления внешней границы континентального шельфа // Арктика: экология и экономика, 2012, № 2 (6). С. 4–19.
5. Сорохтин О.Г. Жизнь Земли (в серии «Науки о Земле»). М.–Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2007. 450 с.
6. Сорохтин О.Г., Чилингар Дж.В., Сорохтин Н.О. Теория развития Земли (в серии «Науки о Земле»). М.–Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2010. 751 с.
7. Хаин В.Е. Тектоника континентов и океанов (год 2000). М.: Научный Мир, 2001. 650с
8. Хаин В.Е., Левин Л.Э. Основные черты тектоники континентов и океанов (объяснительная записка к Тектонической карте Мира масштаба 1:25000000). М.: ВНИИзарубежгеология, 1980. 95 с.
9. Хаин В.Е., Лимонов А.Ф. Региональная геотектоника. М.: ООО «Геомодель–Консалтинг», 2004. 269.
10. Шполянская Н.А. Плейстоцен-голоценовая история развития криолитозоны Российской Арктики «глазами» подземных льдов. М.–Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2015. 343с.

## СЕКЦИЯ «РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ, ПАЛЕОНТОЛОГИЯ, СТРАТИГРАФИЯ»

### *Особенности строения и изучения верхнефранских пород доманикового типа востока Восточно-Европейской платформы*

*Агафонова Г.В.\* (МГРИ им. Серго Орджоникидзе, НАЦ ФГБУ «ВНИГНИ», Москва, agafonovagalina@inbox.ru) Агаханова В.А. (НАЦ ФГБУ «ВНИГНИ», vitaliya agahanova@mail.ru)*

#### **Аннотация**

Проведенные исследования включают макроизучение керна, микро- и электронно-микроскопическое изучение шлифов и препаратов верхнефранских отложений из разрезов разведочных скважин в пределах Южно-Татарского свода и прилегающих территорий. Выделены литологические типы пород, установлены их вторичные изменения, морфология и распределение органического вещества.

#### **Ключевые слова**

Восток Русской платформы, верхнефранские отложения, породы доманикового типа, керн, микроскопический анализ, электронно-микроскопический анализ, органическое вещество.

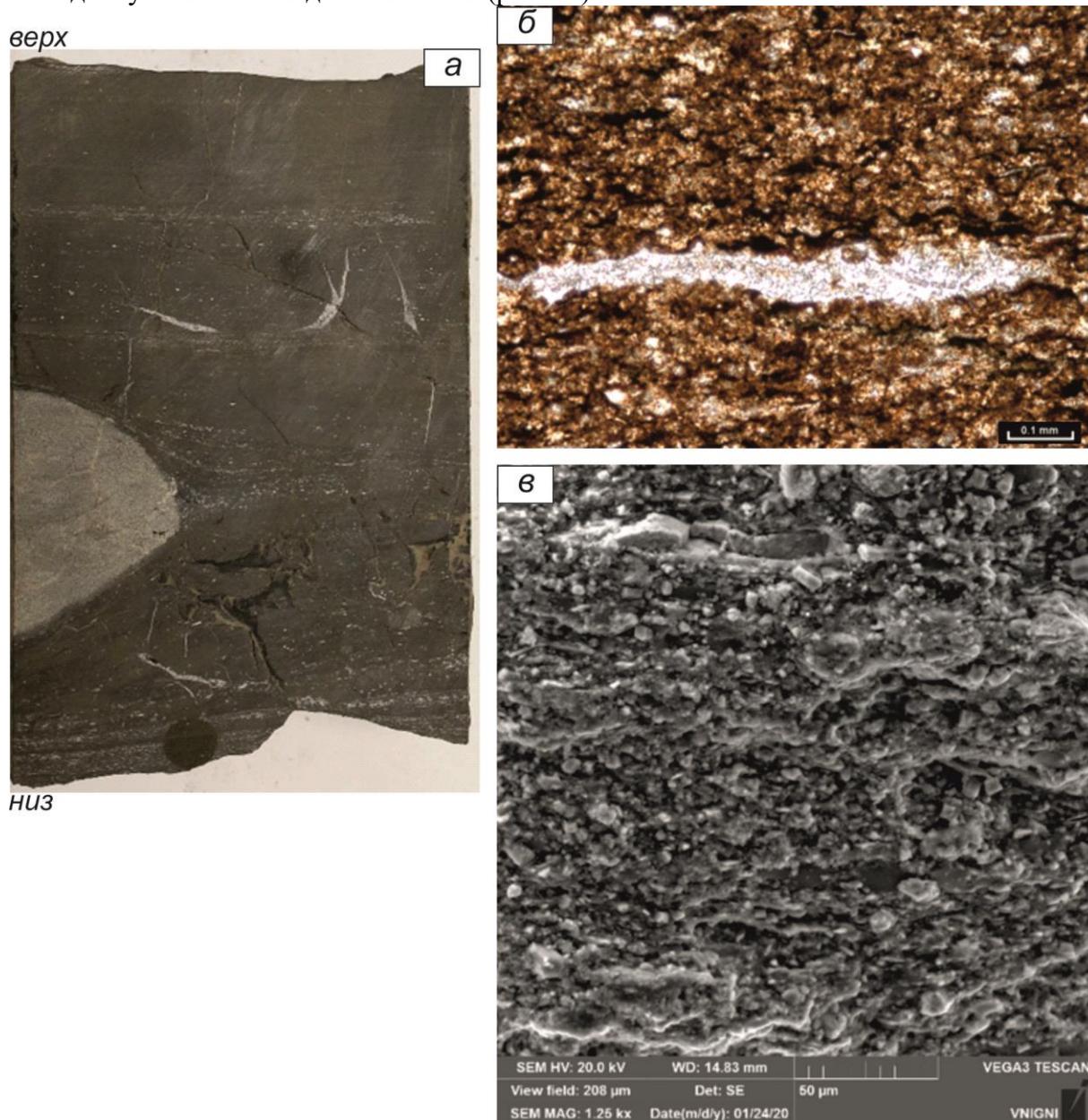
#### **Теория**

Объектом данного исследования явились верхнефранские отложения в объеме воронежского и речичкого горизонтов, вскрытые разведочными скважинами в пределах Южно-Татарского свода и прилегающих территорий, среди которых выделяются отложения доманикового типа. Необычный облик и строение этих пород привлекали к себе внимание с конца 30-х г.г. XX века [1], а в XXI веке их рассматривают как нетрадиционные породы-коллекторы [1,3].

1. К особенностям макроизучения домаников относится темноцветная окраска пород - темно-серая, черная, темно-коричневая, преимущественно микрозернистые структуры, тонкая неравномерная слоистость, осложненная микрослоистостью, визуальное отсутствие пустот, наличие притертых трещин, особенно выделяющихся при смачивании пород водой, условность выделения слоев при изучении разрезов в керне.

Разрезы пород доманикового типа резко отличаются от подстилающих и перекрывающих отложений, прежде всего окраской. Среди темно-серых и черных пород выделяются горизонтальные, линзовидные прослои, конкреционные стяжения серого цвета, в расположении которых не отмечается какой-либо закономерности. Выделение слоев может опираться на их большую или меньшую «однородность», которая включает присутствие элементов более светлой окраски не только как прослоев и стяжений, но и скоплений скелетов ископаемых организмов, также выделяющихся цветом. На макроуровне масштаб слоистости изменяется от миллиметров до сантиметров, у светлых разностей до десятка см, редко первых десятков см. Наблюдаемые на макроуровне вторичные изменения связаны с перераспределением вещества, осадочным будином, трещинообразованием. Изучение разрезов по керну не позволяет проследить

распространение и морфологию линзовидных прослоев и конкреционных стяжений, отсюда и условность выделения слоев (рис.1.а).



**Рисунок 1. а)** Известняк микрозернистый неравномерно тонкослоистый с прослойками раковин тентакулитов, с кальцитовым конкреционным стяжением, насыщенный ОВ, с короткими пересекающимися минерализованными и открытыми трещинами.

**б)** Частично микритизированный полурастворенный остаток раковины тентакулита в высокоуглеродистой кремнисто-известковой породе, н //, х 10.

**в)** Неотчетливая микрослоистость обусловлена ориентировкой в разной степени растворенных раковин тентакулитов и частиц органического вещества.

2. Микроскопическое изучение доманикитов и сопровождающих их пород осложняется присутствием тонкодисперсного ОВ, пропитывающего минеральную матрицу, преимущественно микрозернистого строения. В минеральной фазе резко преобладает кальцит и минералы группы кремнезема. Количество доломита и анкерита не превышает 2%, в редких пробах количество первого возрастает до 60%, второго - до 15%, сидерит находится в виде следов. К некарбонатным аутигенным минералам относится пирит (до 2%). Присутствует примесь терригенного материала в виде кварца,

полевых шпатов, слюд (мусковита и биотита до 3,3%) и глинистого вещества (каолинита и иллита – редко до 5,5%). Литологические типы пород выделяются по соотношению основных породообразующих минералов - карбонатных и группы кремнезема. По присутствию ОВ породы делятся на высоко углеродистые (5-25%  $C_{орг}$ ) и слабо углеродистые (0-5%  $C_{орг}$ ) [2,4]. По структурным признакам выделяются: известняковая конгломерато-брекчия, известняк биоморфный тентакулитовый, детритово-биоморфный (биоморфно-детритовый), детритовый, пеллетовый, пеллетово-детритовый, микросгустковый, микрокристаллический с обильными раковинами и раковинным детритом, микрокристаллический, микро-, тонкокристаллический с реликтами первичной структуры, известняк разнокристаллический с реликтовой тентакулитовой структурой, известково-кремниевая порода, известковисто-кремниевая, известковисто-кремниевая порода с реликтами радиоляриевой структуры, кремниево-известковая, кремнисто-известковая, кремниевая порода, доломит тонкокристаллический с реликтами первичной структуры. В породах, сложенных минералами группы кремнезема и кальцитом выделяются разновидности в зависимости от количества и соотношения этих минералов. В известково-кремниевых и кремниево-известковых породах минералы группы кремнезема составляют от 27 до 69,7%, в кремнисто-известковых – от 6,2 до 24,6%. Минералы группы кремнезема представлены агрегатами микро-, тонкокристаллического кварца и сферолитовыми агрегатами халцедона (рис.1.б).

Органическое вещество, определяющее цвет верхнефранских отложений представлено как сингенетичным, так и битуминозным и характеризуется следующими морфологическими типами: тонко дисперсное ОВ, имеющее окраску от светло-коричневого до темно-коричневого, почти черного и пропитывающее основную массу породы, образуя единую органо-минеральную массу; ОВ заполняет частично или полностью внутри скелетные полости, в изученных породах, камеры тентакулитов и реже радиолярий, прокрашивает стенки раковин; ОВ - в виде частиц ярко коричневого цвета полупрозрачных изометричных или неправильно изометричных по форме, размером первые доли миллиметров; ОВ - в виде сгустков разной формы коричневого и темно-коричневого цвета размером от долей до первых миллиметров; ОВ - в виде микропрожилков. Из 100 изученных образцов в интервале разреза мощностью 27 м более половины относятся к высокоуглеродистым породам (с  $C_{орг}$  до 27%), одна треть к слабо углеродистым. Среди выделенных литотипов к высокоуглеродистым породам относятся кремниевые и смешанные известково-кремниевые (кремниево-известковые). Поскольку большая часть типичных доманикитов характеризуется микрозернистыми структурами, то корректно определить породу и дать ей название можно только опираясь на данные РФА и геохимического анализа. Самые темноцветные породы, черные, представлены микрокристаллическими силицитами. На поверхностях напластования и по открытым трещинам отмечаются примазки нефти. Керн характеризуется резким нефтяным запахом.

3. Облик пород доманикового типа сформирован не только седиментационными процессами, но и постседиментационными изменениями. Основные вторичные процессы, выявленные микроскопическим анализом, представлены перекристаллизацией, цементацией, микритизацией, доломитизацией, окремнением, пиритизацией, образованием стилолитов, микротрещин и редких пустот. В частности, неравномерное тонко и микрослоистое строение отложений часто определяется процессами растворения и уплотнения. На микроскопическом уровне в одном шлифе могут выделяются до 6 микрослоек, представляющих собой чередование карбонатной и кремниевой фазы, в разных сочетаниях и соотношениях, вероятнее всего,

образованного при распределении этих веществ на постседиментационных стадиях изменения пород. Своеобразным результатом перекристаллизации известняка является образование грубых (размером более 7 мм) сильно удлиненных кристаллов кальцита, образующих конусовидные скопления, похожие на текстуру «cone-in-cone» и располагающиеся параллельно слоистости.

4. Изучение пород (известняков, силицитов, их переходных разновидностей) в электронном микроскопе показало обилие в них микропустот размером от долей до 20 мкм самой разнообразной формы межкристаллического, межагрегатного и внутри кристаллического расположения. Часть пустот выстилается целиком или частично ОВ, образует пленки, покрывающие минеральную матрицу, т.е. ОВ блокирует пустоты. Распределение ОВ в высокоуглеродистых породах сплошное, ориентированное, пятнистое в наименее углеродистых - точечное. В породах, почти нацело сложенных кварцем и халцедоном прослеживается ультратонкая прерывистая разнонаправленная трещиноватость. Следы растворения форменных компонентов, в том числе раковин тентакулитов, хорошо фиксируются на электронно-микроскопическом уровне. Именно процесс растворения карбонатной фазы, с дальнейшим ее уплотнением придает доманикитам специфический текстурный облик (рис.1.в).

## **Выводы**

1. В воронежско-речицких отложениях, в интервалах, охарактеризованных kernom выделено до 19 литологических типов пород.

2. Более половины изученных образцов (из выборки в 100 образцов) относятся к высокоуглеродистым породам.

3. Органическое вещество представлено разнообразными морфологическими типами, преимущественно совместно находящимися в изученных породах.

4. Электронно-микроскопический анализ позволил установить распределение ОВ и его роль в блокировке пустотного пространства.

5. Облик пород доманикового типа в большей степени сформирован процессами растворения и уплотнения.

## **Библиография**

1. Временные методические рекомендации по подсчету запасов нефти в доманиковых продуктивных отложениях /Варламов А.И., Петерсилье В.И., Пороскун В.И. и др., «Недропользование», №4, август, 2017, т.67, С.104-115.
2. Доманиковые отложения Тимано-Печорской и Волго-Уральского бассейнов /Т.А, Кирюхина, Н.П. Фадеева, А.В, Ступакова и др.// Геология нефти и газа, 2013. №3.С.76-87.
3. Максимова С.В. Эколого-фациальные особенности и условия образования доманика. Изд-во «Наука», М.: 1970, 86 с.
4. Нефть и газ низкопроницаемых сланцевых толщ - резерв сырьевой базы углеводородов России /О. М.Прищепа, О.Ю. Аверьянова, А.А. Ильинский и др. - СПб.: ФГУП «ВНИГРИ», 2014-323 с.- (Труды ВНИГРИ).

*Находки ископаемых следов Эдиакарского типа в осадочном бассейне Тин-Серирин,  
Алжир*

*Бадахмауи Т.\* (Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,  
Москва, Россия, [tayeb.badahmaoui@yandex.ru](mailto:tayeb.badahmaoui@yandex.ru)), Бен-Абделькарим М.*

*(Университетский центр Амин Элоккал Эль-Хадж Мусса, г. Таманрассет, Алжир,  
[bae\\_moussa@yahoo.fr](mailto:bae_moussa@yahoo.fr)), Амиуар М. (Центр ядерных исследований Таманрассет  
(CRNT), г. Таманрассет, Алжир, [amiour\\_tammar@yahoo.fr](mailto:amiour_tammar@yahoo.fr)), Лаврухин А. А.  
(Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва,  
Россия, [AALavrukhin@mephi.ru](mailto:AALavrukhin@mephi.ru))*

## Аннотация

В данной работе описываются находки ископаемых организмов эдиакарского типа в бассейне Тин-Серирин. Проводится сравнение найденных останков с опубликованными изображениями.

Разработана терминология описания общих черт найденных следов и окаменелых тел эдиакарской биоты. Сделаны предположения о моделях биотического замещения и сравнение их с сообществами эдиакарской биоты Белого моря.

## Ключевые слова

Тин-Серирин, Ediacara, биота, ископаемые следы, ископаемые тела.

## Теория

Средний и поздний неопротерозой (750–580 млн лет назад) является критическим периодом [1], когда Земля неоднократно подвергалась оледенению, а именно оледенениям Стурта, Марино и Гаскье. В это же время в связи с рядом геологических событий, таких как разделение Гондваны, истинное полярное блуждание и извержение паводковых базальтов появились крупные многоклеточные животные эдиакарской биоты [2].

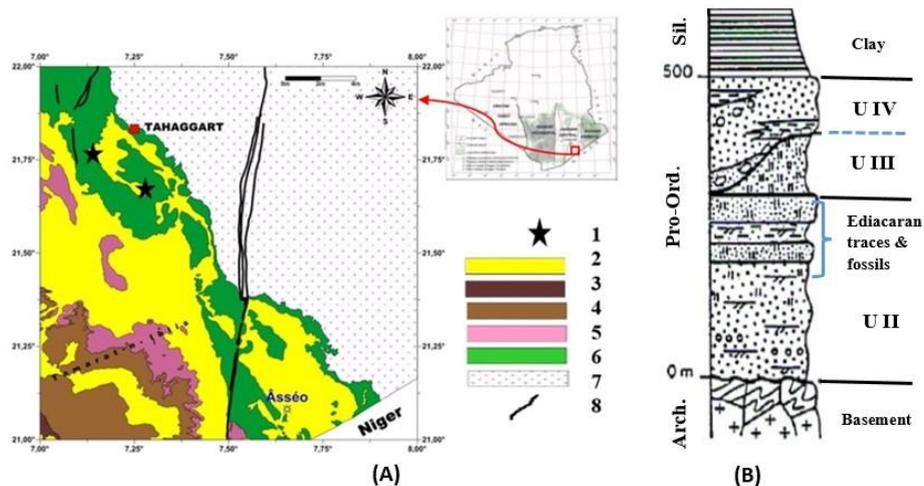
После оледенения Гаскье эдиакарская биота процветала по всему миру [3]. В отличие от более ранних простых форм жизни, многие компоненты биоты Ediacara являются многоклеточными и характеризуются необычными организмами сегментированной морфологии, включающие диски и листья [4].

В бассейне Тин-Серирин в регионе Тахагарт новые находки специфических макрофоссилий типа Ediacara обнаружены в небольшой части полного неопротерозойского разреза (рис. 1). Однако ранее о каких-либо определенных окаменелостях типа Ediacara в бассейне Тин-Серирин не сообщалось, хотя в этом регионе ожидается обнаружение новых ископаемых.

В восточной части района Тахагарт, расположенного на северо-восточной окраине осадочного бассейна Тин-Серирин (рис.1.А), обнажаются магматические и метаморфические породы докембрийского фундамента [5], в западной части района покрытые несогласно залегающим осадочным чехлом.

Этот чехол соответствует северо-восточному флангу осадочного бассейна Тин-Сериин. В этой части впадины он представлен песчано-конгломератовыми отложениями кембрий-ордовика [6]. Эти обломочные отложения образуют осадочную толщу, состоящую только из двух формаций: косых слоистых песчаников (U II) в основании и ледниковых песчаников (U IV) в верхней части (рис. 1. В).

Сравнение опубликованных изображений окаменелостей позволяет предположить, что все найденные в районе Тахаггарт останки можно рассматривать как разновидности окаменелостей эдиакарской биоты. По минеральному составу они ничем не отличаются от других морфологически близких эдиакарцев, сохранившихся только в виде отпечатков или углеродистых пленок. Эти необычные эдиакарские ископаемые представляют исключительный научный интерес, поскольку могут указывать на один из путей минерализации скелетов многоклеточных организмов.



**Рисунок 1.** А) Геологическая карта региона Ассео; 1. Места находок эдиакарских окаменелостей, 2. четвертичный период, 3. средний и верхний девон, 4. нижний девон, 5. силур, 6. протерозой-ордовик, 7. архей, 8. разлом; (В) Часть стратиграфической схемы бассейна Тин-Сериин; U II: косослоистая формация песчаника, U III: формация тигилитных песчаников, U IV: формация ледниковых песчаников. 1. Ископаемые следы



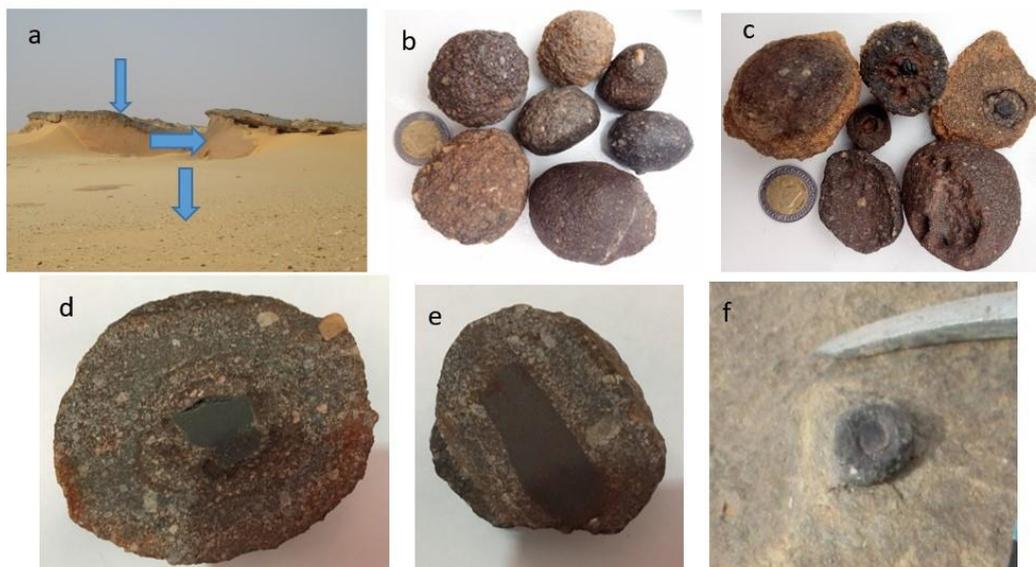
**Рисунок 2.** Примеры ископаемых следов, которые встречаются в бассейне Тин-Серирин: а) *Parapsammichnites?*, б) *Treptichnus?*, с-д-е) *archaeonassa?*, ф-г-г) *chamiodiscus?*.

В отобранных нами образцах зафиксированы различные таксоны эдиакарцев из бассейна Тин-Серирин (рис. 2), которые еще не классифицированы и не признаны (*Parapsammichnites*, *Treptichnus*, *archaeonassa*, *chamiodiscus*). Ископаемые следы в целом не были классифицированы. Невозможно различить две ихногенеры только на плоскости напластования, когда плиты нельзя было вскрыть, также некоторые вилкообразные норы могут быть плохо вскрыты эрозией.

Присутствие ископаемых следов (*Treptichnus*, *Parapsammichnites*) в бассейне Тин-Сериин предполагает возможность значительных ранних геохимических изменений осадочных пород. Например, повышенное биосмешивание увеличило бы снижение содержания сульфатов в поровых водах, в то время как появление биоирригации вымыло бы восстановленное железо и серу из отложений и уменьшило бы образование сульфидов железа, которые, как считается, являются ключевыми в сохранении мягкотелой биоты [8].

## 2. Ископаемые тела

Ископаемые тела Ediacara бассейна Тин-Сериин характеризуются своей овальной и дисковой формой и различными размерами. Стратиграфически находки приурочены к песчаникам и известнякам (рис. 3). Не существует согласованной терминологии для описания анатомических/морфологических особенностей, общих для дискоидных окаменелостей и останков. Аналогично работе Laflamme и Narbonne (2008) по ископаемым листьям, мы разработали терминологию, которая будет использоваться для описания общих черт эдиакарских дисков (рис. 3 d-e-f), чтобы избежать путаницы в будущем.



**Рисунок 3.** Примеры ископаемых тел *Ediacara*, найденных в бассейне Тин-Серирин: а) стратиграфическая локализация ископаемых тел, б-с) некоторые ископаемые тела, взятые с поверхности земли и песчаника, д) Поперечный разрез одного ископаемого тела, е) Продольный разрез одного ископаемого тела, ф) ископаемое тело в известняковой породе.

Отличить эдиакарские следы от останков тела непросто. Хотя ископаемые следы были зарегистрированы в эдиакарской системе, критический обзор показывает, что некоторые из них могут фактически представлять собой ископаемые тела [2, 4], которые имеют форму диска и овальную морфологию.

Вымирание мягкотелой биоты *Ediacara* свидетельствует о двух ключевых предположениях: сообщества биоты *Ediacara* малочисленны и подвержены экологическому стрессу, и что инженерия экосистемы многоклеточных животных кембрийского типа усиливается в конце Эдиакарского периода [9]. Первое предположение указывает, что сообщества биоты *Ediacara* в бассейне Тин-Серирин отличаются низким разнообразием по сравнению с сообществами более древнего сообщества Белого моря [3, 8], потенциально включающего ограниченное количество жизненных стратегий [9] (хотя мы отмечаем, что данные об относительной численности сообщества в бассейне Тин-Серирин ограничены, и поэтому выводы являются предварительными). Однако на сегодняшний день второе предположение модели биотического замещения, что инженерная интенсивность экосистемы многоклеточных животных существенно возрастет в конце эдиакарского периода, до сих пор не было доказано.

Сходство эдиакарских дисков во всем мире предполагает, что этот вывод может быть расширен в более широком смысле. Например, экземпляры дискоидных окаменелостей типа *Ediacara* находятся в пределах морфологического спектра *Ediacaria*-и *Spriggia*-morphs *Aspidella* [10]; эти морфологии отражены в данном исследовании в образцах дисков из бассейна Тин-Серирин.

Наконец, наши исследования подчеркивают, что необходима дальнейшая работа, чтобы пространственно ограничить локализацию следов ископаемых организмов мягкотелой биоты *Ediacara* бассейна Тин-Серирин, понять изменения в биотурбации во

время сообществ Авалона и Белого моря и определить точный биогеохимический механизм, связанный с биотурбацией, которая могла привести к изменениям окружающей среды или возникла в результате них.

### **Библиография**

1. Laflamme M, Darroch SAF, Tweedt SM, Peterson KJ, Erwin DH. The end of the Ediacara biota: extinction, biotic replacement, or Cheshire Cat? // *Gondwana Res.* 23, 2013, 558–573. (doi:10.1016/j.gr.2012.11.004)
2. Narbonne, G.M. The Ediacara biota: Neoproterozoic origin of animals and their ecosystems // *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.* 33, 2005, 421–422
3. Grazhdankin, D. Patterns of distribution in the Ediacaran biotas: facies versus biogeography and evolution // *Paleobiology* 30, 2004, 203–221.
4. Xiao S, Laflamme M. On the eve of animal radiation: phylogeny, ecology, and evolution of the Ediacara biota // *Trends Ecol. Evol.* 24, 2009, 31–40. (doi:10.1016/j.tree.2008.07.015)
5. Mokaddem M. Le bassin sédimentaire de Tin Séririne et ses minéralisations uranifères (Hoggar-Algérie) // *Thèse Doct. 3ème cycle.* – Paris-Orsay, 1980 – 110 p.
6. Beuf, S., Biju Duval, B., De Charpal, O., Rognon, P., Gabriel, O et Bennacef, A. Les grès du Paléozoïque inférieur du Sahara – Sédimentation et discontinuités – Evolution structurale d'un craton // *Pub. I.F.P.*, 1971, 464p.
7. Jensen S, Saylor BZ, Gehling JB, Germs GJB. Complex trace fossils from the terminal Proterozoic Namibia // *Geology* 28, 2000, 143–146. (doi:10.1016/S0301-9268(99)00069-8)
8. Grazhdankin, D. Patterns of evolution of the Ediacaran soft-bodied biota // *J. Paleontol.* 88, 2014, 269–283.
9. Darroch SAF, Smith EF, Laflamme M, Erwin DH. Ediacaran extinction and Cambrian explosion // *Trends Ecol. Evol.* 33, 2018, 653–663. (doi:10.1016/j.tree.2018.06.003)
10. Linnemann U et al. 2019 New high-resolution age data from the Ediacaran-Cambrian boundary indicate rapid, ecologically driven onset of the Cambrian explosion // *Terra Nova* 31, 49–58. (doi:10.1111/ter.12368)

**Новые данные о эпхионтах на раковинах девонских атрипид (брахиоподы)  
Закавказья**

**Вайтиева Ю.А.\* (МГРИ-РГГРУ, [yulia.vaitieva@yandex.ru](mailto:yulia.vaitieva@yandex.ru)),  
Локтионов А.Д.\* (МГРИ-РГГРУ, [shuralaktik@yandex.ru](mailto:shuralaktik@yandex.ru))**

**Аннотация**

Приведены данные о первых находках микроконхид рода *Cornulites* на раковинах брахиопод отряда *Atrypida* из девонских отложений Закавказья. Сделан вывод о том, что прижизненным является прикрепление корнулитесов, трубки которых повторяют контур передней комиссуры створки брахиоподы или ориентированы устьями в сторону передней комиссуры раковины. Посмертное обрастание можно предполагать в случае отсутствия правильности в размещении трубок, в частности отсутствия “гирляндовых нарастаний”. Свидетельством посмертного прикрепления является также отсутствие нарушений характера наружной скульптуры на раковинах брахиопод.

**Ключевые слова**

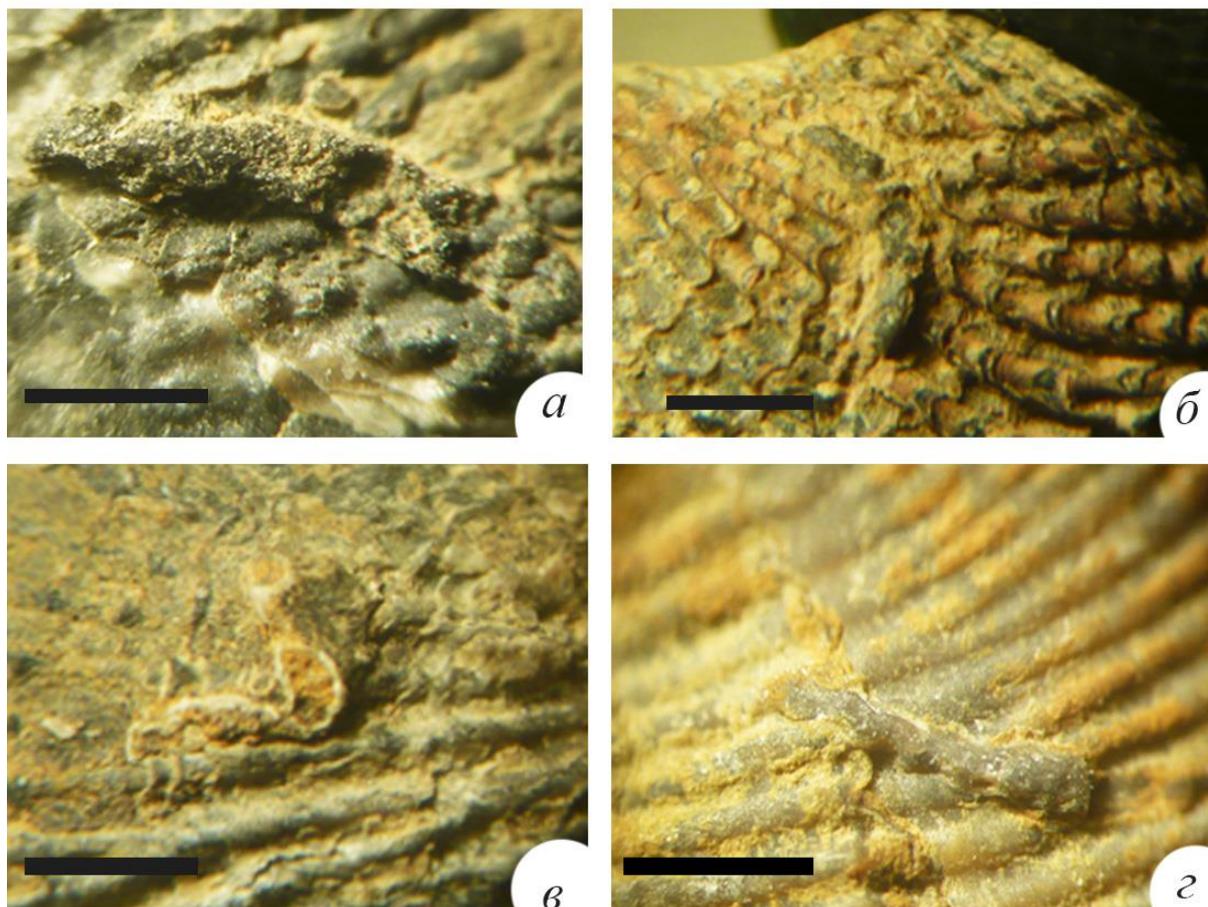
микроконхиды, *Cornulites*, брахиоподы, девон, Закавказье.

**Теория**

Девонские отложения Закавказья содержат богатейшую ассоциацию окаменелостей, которые вот уже много лет привлекают неподдельное внимание палеонтологов. В общем комплексе ископаемых остатков важной группой являются брахиоподы отряда *Atrypida*, монографически исследованные в [2]. Переизучение коллекционного материала позволило впервые обнаружить на поверхности раковин атрипид данного региона представителей рода *Cornulites* Schlotheim, 1820, относящегося к микроконхидам (рис. 1). Микроконхиды ранее относили к кольчатым червям – спирорбидам, или к червеобразным гастроподам рода *Vermetus*. В 1990–х годах были проведены микроструктурные исследования стенки их раковины. Было установлено, что в отличие от кольчатых червей (у которых в трубке–домике нет начальной камеры и трубка открыта с заднего конца), у микроконхид развит шаровидный “протоконх”, то есть задний конец их трубки был закрыт. Кроме того, в стенках трубок полихет нет слоёв, так как они строят домики из своеобразной затвердевающей пасты, которую прикрепляют к устью спереди. А в трубках–раковинках микроконхид были установлены слои, строение которых напоминает некоторые особенности морфологии слоёв в раковинах брахиопод. Все палеозойские, триасовые и раннеюрские “спирорбисы” стали относить не к кольчатым червям, а к отряду *Microconchida* Weedon, 1991, который вошёл в состав класса *Tentaculita* Bouček, 1964.

Тентакулиты относятся к лофофоратам (*Lophophorata*) – группе, объединяющей также брахиопод и мшанок. Лофофораты ловят пищевые частички, взвешенные в воде, при помощи лофофора – спирального органа с мелкими ресничками. Микроконхидам посвящена обширная литература [1, 3–24], однако до настоящего времени изучены они всё ещё недостаточно хорошо. Большое внешнее сходство между микроконхидами и спирорбидами объясняется конвергенцией – они занимали одну и ту же экологическую нишу и жили в практически одинаковых условиях. И те и другие были неподвижно прикрепляющимися бентосными организмами, и те и другие фильтровали пищу из воды при помощи ловчего аппарата. Но микроконхиды демонстрируют значительно большую

экологическую пластичность. Если спирорбисы и серпулы живут только в воде с нормальной солёностью, то микроконхиды могли обитать не только в нормально солёных водах, но и в солоновато водных бассейнах, а в интервале с раннего девона по поздний триас даже в пресноводных бассейнах.



**Рисунок 1.** Микроконхиды рода *Cornulites* на раковинах брахиопод. Длина масштабной линейки 2 см.

Микроконхиды появились в позднем ордовике. Они испытывали расцвет в палеозое и были важным компонентом донной фауны. Грандиозное пермско–триасовое вымирание повлияло и на них, однако экологическая устойчивость помогла им выжить. В триасе они всё ещё были заметной группой, однако с началом юрского периода начали стремительно угасать. В юрских отложениях микроконхид находили лишь в Англии, Франции и Польше, но нигде в этих регионах они не были ни многочисленны, ни разнообразны. Последние находки микроконхид датируются батским веком.

Нами было обнаружено шесть экземпляров рода *Cornulites*. Следует отметить, что систематический статус корнулитид, существовавших со среднего ордовика по карбон, не ясен. Их рассматривают в ранге самостоятельного отряда *Cornulitida*, который входит в класс *Tentaculita*, или включают в отряд *Microconchida* Weedon, 1991.

В данной работе мы рассматриваем род *Cornulites* в составе семейства *Cornulitidae* Fisher, 1962 и относим к микроконхидам. Род корнулитес удалось обнаружить на раковинах атрипид *Atrypa* (*Kyratrypa*) *culminigera* Struve из отложений зоны *Microspirifer diluvianoides* – *Radiomena irregularis* (верхний эйфель) (два экземпляра), *Spinatrypina* (*Spinatrypina*) *kasangulubachensis* Komarov из зоны *Indospirifer*

*pseudowilliamsi* (живет) (два экземпляра) и *Desquamatia (Seratrypa) abramiana* Alekseeva et Komarov из зоны *Uchtospirifer subarchiaci* – *Cyphoterorhynchus arpaensis* (фран) (два экземпляра).

Четыре трубки *Cornulites* найдены на спинных створках, а две на брюшных створках. Прикрепление *Cornulites* к гладким внутренним ядрам брахиопод не наблюдалось. Четыре экземпляра микроконхид обнаружены в средней части створок, два – в задней половине створок. Описанные в литературе случаи, когда трубки *Cornulites* приподнимаются над поверхностью створки, нами не наблюдались. В равных пропорциях выявлены вскрытые, заполненные породой карбонатные трубки, а также их внутренние ядра. Трубки, насколько позволяет судить единственный хорошо сохранившийся экземпляр (рис. 1, в), характеризуются гладкой наружной поверхностью.

Длина изученных *Cornulites* варьирует от 2,3 до 13,0 мм. Максимальный замеренный диаметр трубки в области апертуры составляет около 1,1 мм. Конкретные диаметры сохранившихся трубок в области устья у других экземпляров составляют 0,5 мм и 0,6 мм. Диаметр апертуры максимально достигает 1,1 мм. У других экземпляров диаметр апертуры составляет 0,4, 0,5, 0,5, 1,0 и 1,0 мм.

Поселение исследованных *Cornulites* могло быть как прижизненным, так и посмертным. Прижизненным, скорее всего, является прикрепление корнулитеса, трубка которого в точности повторяет контур передней комиссуры створки. Вероятно, прижизненным можно также считать прикрепления трубок, устья которых в целом ориентированы в сторону передней комиссуры. Посмертное обрастание можно предполагать в случае отсутствия правильности в размещении трубок, в частности отсутствия “гирляндовых нарастаний”, когда особи, входящие в гирлянду, обычно имеют одинаковую величину, а цепочки трубочек, направленных устьем к лобному краю, расположены параллельно отступившему вперёд лобному краю. Свидетельством посмертного прикрепления можно также считать отсутствие нарушений характера наружной скульптуры раковины брахиопод. Корнулиты, судя по литературным данным, могли серьёзно нарушать рост раковины брахиоподы. Нами такие случаи отмечены не были. Одна из трубок слегка “утоплена” в створку. Это можно объяснить тем, что организм, в ходе строительства трубки, слегка растворял субстрат. Отсутствие в этом случае нарушений в характере наружной скульптуры свидетельствует о посмертном прикреплении поселенца. Отсутствие *Cornulites* на гладких внутренних ядрах брахиопод на наш взгляд указывает на то, что личинки микроконхид предпочитали рельефный субстрат, в пределах которого они могли прикрепиться в углублениях (применительно к брахиоподам – в межрёберных промежутках).

Следует отметить, что некоторые из окаменелостей, предварительно определённые нами как *Cornulites*, на самом деле, возможно, относятся не к микроконхидам, а к каким-то другим обрастателям.

## 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. Комаров В.Н. Девонские атрипиды Закавказья. М.: Наука. 1997. 198 с.

3. Barclay K.M., Schneider C.L., Leighton L.R. Palaeoecology of Devonian sclerobionts and their brachiopod hosts from the Western Canadian Sedimentary Basin // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2013. No 383–384. P. 79–91.
4. Taylor P.D., Vinn O., Wilson M.A. Evolution of biomineralisation in “lophophorates” // *Special Papers in Palaeontology*. 2010. No 84. P. 317–333.
5. Vinn O. Attempted predation on Early Paleozoic cornulitids // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2009. No 273. P. 87–91.
6. Vinn O. Shell structure of helically coiled microconchids from the Middle Triassic (Anisian) of Germany // *Paläontologische Zeitschrift*. 2010. No 84. P. 495–499.
7. Vinn O. Adaptive strategies in the evolution of encrusting tentaculitoid tubeworms // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2010. No 292. P. 211–221.
8. Vinn O., Mõtus M.–A. The earliest endosymbiotic mineralized tubeworms from the Silurian of Podolia, Ukraine // *Journal of Paleontology*. 2008. No 82. P. 409–414.
9. Vinn O., Mõtus M.–A. Diverse early endobiotic coral symbiont assemblage from the Katian (Late Ordovician) of Baltica // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2012. No 321–322. P. 137–141.
10. Vinn O., Mutvei H. Observations on the morphology and affinities of cornulitids from the Ordovician of Anticosti Island and the Silurian of Gotland // *Journal of Paleontology*. 2005. No 79. P. 726–737.
11. Vinn O., Mutvei H. Calcareous tubeworms of the Phanerozoic // *Estonian Journal of Earth Sciences*. 2009. No 58(4). P. 286–296.
12. Vinn O., Taylor P.D. Microconchid tubeworms from the Jurassic of England and France // *Acta Palaeontologica Polonica*. 2007. No 52. P. 391–399.
13. Webb A.E., Schneider C.L. (2013). Ecology of an encrusting fauna on Desquamatia (Atrypida, Brachiopoda) from Cedar Valley formation (Givetian, Devonian) of Iowa, USA // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2013. No 377. P. 102–109.
14. Wilson M.A., Yancey T.E., Vinn O. A new microconchid tubeworm from the Lower Permian (Artinskian) of central Texas, USA // *Acta Palaeontologica Polonica*. 2011. No 56. P. 785–791.
15. Zatoń M., Borszcz T. Encrustation patterns on post-extinction early Famennian (Late Devonian) brachiopods from Russia // *Historical Biology*. 2013. No 25(1). P. 1–12.
16. Zatoń M., Grey M., Vinn O. Microconchid tubeworms (Class Tentaculita) from the Joggins Formation (Pennsylvanian), Nova Scotia, Canada // *Canadian Journal of Earth Sciences*. 2014. No 51. P. 669–676.
17. Zatoń M., Hagdorn H., Borszcz T. Microconchids of the species *Microconchus valvatus* (Münster in Goldfuss, 1831) from the Upper Muschelkalk (Middle Triassic) of Germany // *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*. 2014. No 94(3). P. 453–461.
18. Zatoń M., Krawczyński W. New Devonian microconchids (Tentaculita) from the Holy Cross Mountains, Poland // *Journal of Paleontology*. 2011. No 85(4). P. 757–769.
19. Zatoń M., Mundy D.J.C. *Microconchus cravenensis* n. sp.: a giant among microconchid tubeworms // *Journal of Paleontology*. 2020. No 94(6). P. 1051–1058.

20. Zatoń M., Olempska E. A family-level classification of the Order Microconchida (Class Tentaculita) and the description of two new microconchid genera // *Historical Biology*. 2017. No 29(7). P. 885–894.
21. Zatoń M., Peck R.L. Morphology and palaeoecology of new, non-marine microconchid tubeworm from Lower Carboniferous (Upper Mississippian) of West Virginia, USA // *Annales Societatis Geologorum Poloniae*. 2013. No 83(1). P. 37–50.
22. Zatoń M., Taylor P.D., Vinn O. Early Triassic (Spathian) post-extinction microconchids from western Pangea // *Journal of Paleontology*. 2013. No 87(1). P. 159–165.
23. Zatoń M., Vinn O. Microconchids and the rise of modern encrusting communities // *Lethaia*. 2011. No 44. P. 5–7.
24. Zatoń M., Vinn O., Toom U. A new microconchid species from the Silurian of Baltica // *Estonian Journal of Earth Sciences*. 2016. No 65(2). P. 115–123.

*О некоторых особенностях эволюции фауны радиоларий в баженовском бассейне Западной Сибири (поздняя юра – начало раннего мела)  
Вишневская В.С.\* (ГИН РАН, valentina.vishnaa@mail.ru),  
Амон Э.О. (ПИН РАН, edwardamon@mail.ru), Гатовский Ю.А. (МГУ, геологический факультет, gatovsky@geol.msu.ru)*

## **Аннотация**

Благодаря новым данным, полученным в последнее время, расшифрована история развития и эволюции региональной фауны радиоларий в баженовском морском бассейне Западной Сибири в конце юры – начале мела. Эволюция фауны последовательно претерпела пять характерных фаз, отличающихся друг от друга набором различных параметров. Баженовская фауна сформирована как автохтонами, так и вселенцами из бассейнов различных регионов планеты – Русской платформы и Северной Палеоатлантики, Тихоокеанского обрамления России и Северо-Западной Палеоокеании, а также Северной Калифорнии и Мексики. С течением времени вектор иммиграции вселенцев менялся с северного, северо-западного на северо-восточный.

## **Ключевые слова**

Радиоларии, баженовский горизонт, юра – мел, Западная Сибирь

## **Источники финансирования**

Работа выполнена по гостемам ГИН РАН и ПИН РАН, а при также частичной поддержке РФФИ, № 18-05-00494 и Программы Президиума РАН “Эволюция органического мира и планетарных процессов”.

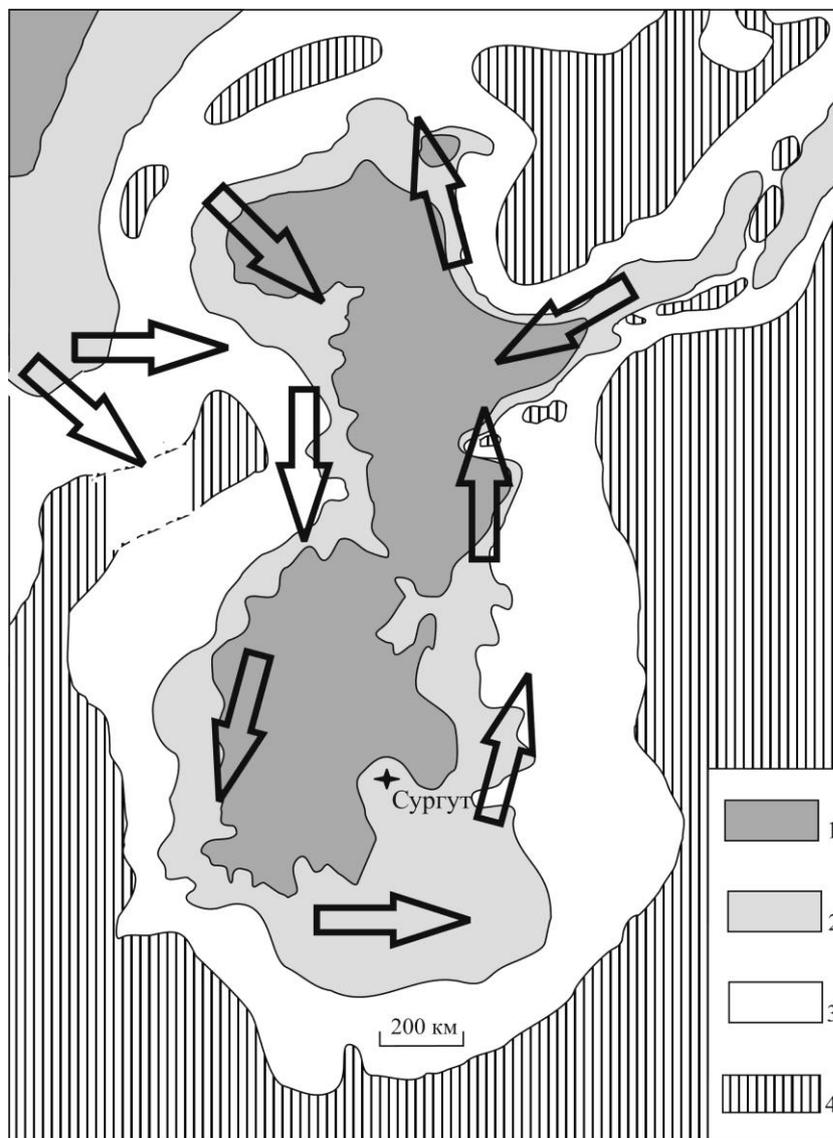
## **Теория**

В последние годы был исследован новый скважинный материал по баженовскому горизонту (волжский ярус – берриас), полученный по более чем 30 разведочным площадям на территории Западной Сибири и ее Арктической периферии на полуострове Ямал. Благодаря применению методик химической дезинтеграции пород и рентгеновской микротомографии получено много новой информации о микрофоссилиях баженовского горизонта – радиолариях, наннопланктоне, динофитах и др. [2, 3, 5]. Разработана новая биоэкологическая шкала баженовского горизонта по радиолариям[3].

В совокупности с известными, ранее полученными, фактами [1 и др.] наши новые представительные данные по радиолариям позволяют по-новому оценить палеобиогеографию этих микроорганизмов в регионе в конце поздней юры – начале раннего мела. Смоделирована история существования и развития в акватории Западносибирского эпиконтинентального бассейна фауны радиоларий в указанное время.

Региональная фауна радиоларий баженовского бассейна была сформирована вселенцами из различных бореальных и тетических морей планеты (рис. 1). Так, по общим таксонам устанавливаются прямые связи западносибирских ассоциаций волжских радиоларий с ассоциациями бассейнов Русской платформы, Печорской провинции, Баренцевоморского шельфа, Северного моря, Северной Калифорнии,

Орегона, Мексики, а также Тихоокеанского обрамления России (Корякское нагорье, Камчатка, Сахалин), Северо-Западной Палеопафики, Тетиса и Антарктики. Связи с названными районами, по сути, являлись маршрутами миграций – вселений и обмена элементами разных региональных радиолариевых фаун между собой. Поскольку радиоларии являлись и являются пассивными планктонами, то миграции осуществлялись посредством океанских и морских течений, что в некоторой степени проливает свет на их глобальную карту миграций.



**Рисунок 1.** Схема миграций радиоларий в баженовском бассейне Западной Сибири, волжский век, поздняя юра. 1 – море глубокое, 200–400 м; 2 – море мелкое, 100–200 м; 3 – море мелкое, 25–100 м; 4 – суша. Стрелками обозначены маршруты миграций, палеогеографическая основа по [4 с изменениями]

Первое вселение (инвазия) радиоларий в Западносибирский бассейн состоялось, скорее всего, в кимеридже, но собственно освоение радиолариями акватории и их процветание начались позднее в волжском веке, и радиолариевая фауна просуществовала здесь до конца берриаса (начала валанжина). Западносибирская региональная фауна на протяжении всего этого времени видоизменялась под влиянием внешних и внутренних факторов, и этот процесс развития состоял из пяти фаз.

Период 1-ой фазы, зона *Parvicingula antoshkinae* – *P. blowi* (нижний подъярус – низы среднего подъяруса волжского яруса, или нижний титон – низы среднего титона), явился началом масштабного потока вселения (инвазии) радиолярий в регион. Маршрут вселения направлялся с севера, северо-запада через Ямал, который был ключевым транзитным районом [2]; радиолярии весьма малочисленны в южной части бассейна, но максимально заселили северные и центральные.

Поток инвазии достиг максимума в период 2-ой фазы, зона *Parvicingula jonesi* – *P. excelsa*, (средний подъярус волжского яруса, или средний титон – низы верхнего титона). Фауна радиолярий дала вспышку расцвета и процветания на протяжении 3-й и 4-й фаз, в моменты формирования зоны *Parvicingula rotunda* – *P. alata* (верхний подъярус волжского яруса, или верхи верхнего титона, возможно, включая низы берриаса) и зоны *Parvicingula khabakovi* – *Williriedellum salymicum* (верхи верхнего подъяруса волжского яруса – рязанский ярус, или берриас). Затем наблюдается угасание радиоляриевой фауны, соответствующее 5-й фазе, слои с *Williriedellum* (верхняя часть рязанского яруса – валанжин, или берриас–валанжин), и затем радиоляриевая фауна прекратила свое существование.

Каждая из фаз характеризуется определенными специфическими параметрами – степенью обилия форм, иными словами плотностью палеопопуляций, а также наборами видов, своеобразными соотношениями систематических составов крупных таксонов, типами взаимоотношений между морфотипами, характером доминирования тех или иных групп морфотипов и др. Флуктуации параметров позволяют реконструировать некоторые палеобстановки. Например, о второй фазе можно сказать, что представленность в составе комплекса 2-й фазы всех морфологические группы радиолярий указывает на открытый морской характер бассейна, а присутствие 20–40% *Parvicingula* – на возможную зону апвеллинга, возникающую при контрастности глубин или близости поднятий (острова и пассивная континентальная окраина). С другой стороны, флуктуации степени обилия радиолярий показывают, что примерно в середине и в последней трети длительности 2-й фазы радиоляриевая фауна, по меньшей мере, дважды испытала стрессовое состояние в результате изменения параметров среды обитания, что подтверждается изменениями в виде нарушения правильности гексагональной решетки в скелетах радиолярий *Parvicingula*. Не исключено, что стрессы были обусловлены колебаниями состава растворенных газов, когда содержание O<sub>2</sub> снижалось, а H<sub>2</sub>S, наоборот, повышалось. Вторая фаза закончилась падением численности радиолярий, но не до критического уровня. Это состояние сравнительно невысокой плотности палеопопуляций продолжалось большую часть третьей фазы, в последней трети которой наблюдался новый стремительный взлет численности.

Региональная фауна радиолярий внутреннего баженовского бассейна Западной Сибири формировалась аллохтонами и автохтонами. И если в течение первых двух фаз влияние аллохтонов было весьма заметным, то в течение 3-й и 4-й фаз в бассейне происходили процессы интенсивного видообразования, что видно по появлению новых форм. Так, среди населяющих появляются первые многоиглстые формы и сфероидная группа виллириделлид; весьма характерным для конца третьей фазы является появление и усиление значения представителей семейства *Echinocampidae*; отмечается род *Quasicrolanium* (*Pyramotertonium*) и др. Основное различие между второй и третьей фазами состоит в том, что во время 3-й фазы появляются морфотипы высокой специализации, продолжающие существовать в четвертой. Все это свидетельствует о том, что в экосистеме баженовского моря к концу волжского века были освоены все возможные и ранее незанятые экологические ниши. Пятая фаза отражает период

угасания радиоляриевой фауны, начавшегося в связи с перестройками в экосистеме бассейна, обусловленными, вероятно, тектоническими событиями в берриасе.

На ранних этапах баженовская фауна радиолярий формировалась, в основном, вселенцами из бассейнов Палео-Тетиса и Пери-Тетиса (Русской платформы), Палео-Арктики, т.е. осуществлялись северный и северо-западный маршруты иммиграции (рис. 1). Позднее во время третьей фазы вектор иммиграции сменился на северо-восточный. Восточное направление вектора подчеркивается близостью по составу комплексов с районом арктического побережья Средней Сибири (п-ов Нордвик) и районом дельты р. Лены в берриасе. Кроме того, прослеживаются элементы общности с региональными фаунами Тихоокеанского обрамления России – Корякского нагорья, Камчатки, Японских островов и Северо-Западной Палеоокеании. Практическая неистощимость ресурсной пищевой базы для радиолярий в баженовском бассейне (фитопланктон и пикопланктон), и наличие достаточного количества растворенного в воде кремнезема, приводили к расцвету радиоляриевой фауны и росту их биомассы.

## **Выводы**

История развития и эволюции региональной фауны радиолярий в баженовском бассейне Западной Сибири в конце юры – начале мела является весьма сложной. Она была стадийной, состояла из пяти фаз, отличающихся друг от друга характерными чертами-параметрами. Баженовская фауна сформирована как автохтонами, так и вселенцами из бассейнов различных регионов планеты – Русской платформы, Северной Калифорнии, Орегона, Мексики, а также Тихоокеанского обрамления России, Северо-Западной Палеоокеании, Тетиса и, возможно, Антарктики. С течением времени вектор иммиграции вселенцев менялся с северного, северо-западного на северо-восточный.

## **Библиография**

1. Брадучан Ю.В., Гурари Ф.Г., Захаров В.А. и др. Баженовский горизонт Западной Сибири (стратиграфия, палеогеография, экосистема, нефтеносность). Новосибирск: Наука, 1986. 217 с.
2. Вишневская В.С., Гатовский Ю.А. Первая находка позднеюрских радиолярий на Ямале (Арктическая Сибирь) // Проблемы региональной геологии Северной Евразии. М.: МГРИ-РГГРУ, 2020. С. 17–20.
3. Вишневская В.С., Амон Э.О., Гатовский Ю.А. Радиоляриевая биостратиграфия баженовского горизонта (верхняя юра–нижний мел) Западной Сибири // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2020. Т. 28, № 6. С. 105–124.
4. Конторович А.Э., Конторович В.А., Рыжкова С.В. и др. Палеогеография Западно-Сибирского осадочного бассейна в юрском периоде // Геология и геофизика. 2013. Т. 54, № 8. С. 972–1012.
5. Vishnevskaya V.S., Ovechkina M.N., Ustinova M.A. Biostratigraphy and paleogeography of the Bazhenovo Formation (Upper Jurassic and Lower Cretaceous) based on radiolarians, nannoplankton and calcareous dinocysts // Paleontol. J. 2019. Vol. 53. № 9. P. 916–921.

*Spinatrypina (Exatrypa) laminae Izmaylova, Golovastov et Komarov – новый вид атрипид (Brachiopoda) из отложений зоны Uchtospirifer subarchiaci–Cyphoterorhynchus arpaensis (франский ярус) Закавказья*  
Головастов Д.А. \* (МГРИ-РГГРУ, goldan21@mail.ru),  
Измайлова А.А. (МГРИ-РГГРУ, fenekmangi@gmail.com), Комаров В.Н. (МГРИ-РГГРУ, komarovmgi@mail.ru)

## Аннотация

Приведено монографическое описание нового вида атрипид *Spinatrypina (Exatrypa) laminae Izmaylova, Golovastov et Komarov* из отложений зоны *Uchtospirifer subarchiaci–Cyphoterorhynchus arpaensis* (фран) Закавказья.

## Ключевые слова

Атрипиды, брахиоподы, девон, Закавказье.

## Теория

Дальнейшая детализация биостратиграфии девона Закавказья требует тщательного изучения всего комплекса содержащихся в отложениях данного возраста ископаемых остатков. Существующие в настоящее время биостратиграфические схемы девонских отложений построены главным образом на основе изучения смены в разрезах комплексов брахиопод – важнейших представителей девонской донной фауны. Одной из наиболее многочисленных, разнообразных и имеющих широкое географическое распространение групп брахиопод Закавказья относятся атрипиды, привлекающие большое внимание палеонтологов [1–6].

В ходе переизучения коллекции атрипид Закавказья, монографически описанных в [4], было обнаружено несколько экземпляров, своеобразие которых позволяет отнести их к новому виду. Ниже приведено его описание. При измерениях (в мм) использованы следующие сокращения: Д – длина раковины; Ш – ширина раковины; В – выпуклость раковины. Номера разрезов и обнажений приводятся по [4]. Изученный материал хранится в геолого–палеонтологическом музее МГРИ под №№ 3/337–343.

Подсемейство *Spinatrypinae* Copper, 1978

Род *Spinatrypina* Rzonnickaja, 1964

Подрод *Exatrypa* Copper, 1967

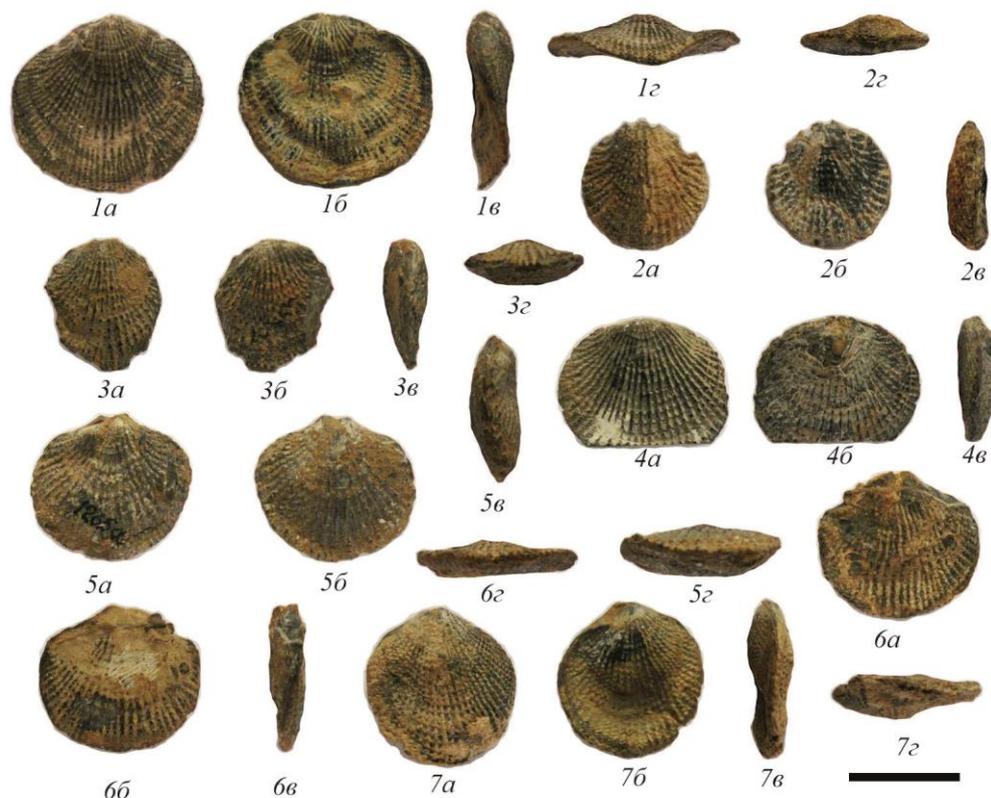
*Spinatrypina (Exatrypa) laminae* Izmaylova, Golovastov et Komarov, sp.nov.

Н а з в а н и е в и д а от *laminae* лат. – лепесток.

Г о л о т и п – Геолого–палеонтологический музей МГРИ, № 3/343; Закавказье, правый берег р. Джаанам–Дереси в 1,5 км к востоку от г. Тежгар, разрез 601, слой 67; верхний девон, франский ярус, зона *Uchtospirifer subarchiaci–Cyphoterorhynchus arpaensis*.

О п и с а н и е (рис.1). Раковина небольших и средних размеров (длина 15,7–23,2 мм), от округлой до субовальной, слабо вытянутая в длину или в ширину ( $Ш/Д=0,92–1,06$ ), очень уплощённая, слабо неравносторчатая, обычно с несколько более выпуклой спинной створкой. У некоторых экземпляров брюшная створка немного более выпуклая, чем спинная. Наибольшая ширина раковины располагается в средней части, реже немного приближена к замочному краю. Последний слабо изогнутый, довольно длинный. Передняя комиссура прямая или слабо сулькатная, приводящая к возникновению небольшого язычка.

Брюшная створка в целом плоская, часто в различной степени (иногда очень сильно) вогнутая по краям или в передней трети. В продольном сечении наибольшая вздутость находится у середины или в задней трети длины. Боковые склоны довольно пологие (25–30°), края створок субгоризонтальные, уплощённые. В примакушечной части створки наблюдается хорошо выраженное срединное возвышение, которое в передней половине створки обычно сменяется широким и довольно глубоким синусовидным понижением, в разной степени выраженным у различных образцов. У некоторых экземпляров наблюдается невысокий дугообразный язычок. Макушка у всех экземпляров сохранилась плохо. Насколько можно судить, она небольшая, слабо загнутая, не скрывающая дельтидиальные пластины. Форамен не сохранился. Арея узкая, нерезкая, с неотчётливой штриховкой. Апикальный угол 115–135°. Спинная створка умеренно выпуклая. В продольном направлении она наиболее вздута у середины или в задней трети. В поперечном сечении створка дугообразная с закрученными краями, слабо закруглённая, с немного более крутыми (30–35°), чем у брюшной створки, боковыми склонами. Заднебоковые поверхности створки уплощены. Срединное возвышение выражено слабо.



**Рисунок 1.** *Spinatrypina (Exatrypa) laminae* Izmaylova, Golovastov et Komarov, sp.nov. Длина масштабной линейки 1 см.

Радиальные рёбра многочисленные (до 65), трубчато–чешуйчатые, среднего размера, округлённо–трапециевидные в поперечном сечении, с промежутками, немного меньшими, чем их ширина. Рёбра слабо расширяются по направлению к переднему краю раковины, вблизи которого на 5 мм приходится 5–6 рёбер. В задней половине обеих створок рёбра интенсивно дихотомируют на различном расстоянии от макушек. Случаи интеркаляции рёбер единичны, наблюдались как на брюшной, так и на спинной створках. Концентрические пластины нарастания отчётливые черепитчатые, шириной до 1,6 мм (обычно меньше), сужающиеся к краям раковины. Микролинии нарастания, число которых на 1 мм – 7–8, иногда хорошо выражены в промежутках между рёбрами.

Внутреннее строение не изучено из-за ограниченного количества материала.

Размеры в мм и отношения:

Экз. №	Д	Ш	В	Д/Ш	Д/В
3/337	17,1	16,8	5,3	1,02	3,23
3/338	17,5	(15,7)	6,0	(1,11)	2,92
3/339	(15,7)	20,7	5,4	(0,76)	(2,91)
3/340	19,4	21,2	6,6	0,92	2,94
3/341	19,5	21,0	4,7	0,93	4,15
3/342	21,0	19,8	6,5	1,06	3,23
3/343	23,2	24,8	6,0	0,94	3,87

**Изменчивость.** Индивидуальная изменчивость затрагивает очертания раковин, а также степень выраженности вентрального синусовидного понижения и язычка. Возрастная изменчивость заключается в том, что у более молодых экземпляров отсутствует вентральное синусовидное понижение, а передняя комиссура является прямой. Кроме того, с возрастом отмечается уменьшение вздутости раковин.

**Сравнение.** От всех известных видов подрода *Echatur* новый вид отличается в первую очередь необычайно уплощённой раковинной.

**Распространение.** Верхний девон, франкий ярус, зона *Uchtospirifer subarchiaci*–*Cyphoterorhynchus arpaensis* Закавказья.

**Материал.** Кроме голотипа ещё шесть раковин; №№ 3/337, 338, 339, 342 – правый берег р. Джаанам–Дереси в 1,5 км к востоку от г. Тежгар, разрез 601, слои 67, 69; № 3/340 – верховья ручья Давала–Олан, обнажение 1265а; № 3/341 – в 1,8 км к северо–востоку от горы Ардыч, обнажение 1268.

## Выводы

Таким образом, в ходе переизучения коллекции атрипид Закавказья, была обнаружена группа экземпляров, которая, из-за оригинальности формы раковин, выделена в новый вид.

Раковины обособленных особей отличаются уплощенным видом, с несколько более выпуклой спинной створкой, слабо вытянута в длину и ширину, брюшная сворка в продольном сечении наибольшая вздутость находится у середины или в задней трети длины. Яркой отличительной чертой можно выделить так же то, что в поперечном сечении створка дугообразная с закрученными краями, слабо закруглённая.

Размеры сохранившихся раковин в длину колеблются в диапазоне от 17,1 мм до 23,2 мм, в ширину от 16,8 мм до 24,8 мм, в высоту до 6,6 мм. Таким образом, проанализировав отношения размеров, можно утверждать, что уплощенность раковин является принципиальным фактором для обособления экземпляров и выделения отдельного вида атрипид.

## Библиография

1. Вайтиева Ю.А., Чужанова А.П., Комаров В.Н. Новые данные об изменчивости *Spinatrypa (Isospinatrypa) aspera araxica Komarov (Atrypida, Brachiopoda)* из верхнеэфельских отложений Закавказья // *Инновации. Наука. Образование*. 2020. № 23. С. 1538–1542.
2. Головастов Д.А., Измайлова А.А., Комаров В.Н. Новые данные об изменчивости *Spinatrypina (Exatrypa) robusta Copper (Atrypida, Brachiopoda)* из франских отложений Закавказья // *Инновации. Наука. Образование*. 2020. № 24. С. 932–939.
3. Измайлова А.А., Головастов Д.А., Комаров В.Н. Новые данные об изменчивости *Gruenewaldtia latilinguis (Schnur) (Atrypida, Brachiopoda)* из верхнеэфельских отложений Закавказья // *Инновации. Наука. Образование*. 2020. № 24. С. 916–925.
4. Комаров В.Н. *Девонские атрипиды Закавказья*. М.: Наука, 1997. 198 с.
5. Кочтыгов Н.С., Попов Е.М., Комаров В.Н. Новые данные об изменчивости *Spinatrypina (Spinatrypina) kasangulubachensis Komarov (Atrypida, Brachiopoda)* из живецких отложений Закавказья // *Инновации. Наука. Образование*. 2021. № 25. С. 370–376.
6. Попов Е.М., Кочтыгов Н.С., Комаров В.Н. Новые данные об изменчивости *Desquamatia (Seratrypa) abramianaе Alekseeva et Komarov (Atrypida, Brachiopoda)* из франских отложений Закавказья // *Инновации. Наука. Образование*. 2021. № 25. С. 391–398.

**Новые данные об участии табулятоморфных кораллов в процессах эпибионтии**  
**Головастов Д.А.\* (МГРИ-РГГРУ, goldan21@mail.ru), Измайлова А.А. (МГРИ-РГГРУ, fenekmangi@gmail.com), Гончарова Е.И. (МГРИ-РГГРУ, elvira.dragon.01@mail.ru)**

## Аннотация

Приведены данные о первых находках табулятоморфных кораллов рода *Aulopora Goldfuss* на раковинах девонских атрипид Закавказья. Аулопоры обнаружены на *Atrypa (Atrypa) menneri* Komarov в отложениях зоны *Zdimir pseudobaschkirikus – Megastrophia uralensis* (эмс), на *Atrypa (Kyrtrypa) culminigera* Struve, *Desquamatia (Independatrypa) mikunovi* Komarov и *Gruenewaldtia latilinguis* (Schnur) в зоне *Mucrospirifer diluvianoides – Radiomena irregularis* (верхний эйфель), на *Desquamatia (Independatrypa) subindependensis* Komarov в зоне *Adolfia zickzack* (фран) и на *Desquamatia (Seratrypa) abramiana* Alekseeva et Komarov в породах зоны *Uchtospirifer subarchiaci – Cyphoterorhynchus arpaensis* (фран). Кораллы примерно в равных пропорциях развиты либо только на спинной створке, либо на обеих створках. Наблюдаемые размеры сохранившихся поселений варьируют от крошечных, представленных единичными кораллитами, до 30,0 мм. Наиболее часто встречаются инкрустации размером 9,0–17,0 мм. Размеры отдельных кораллитов достигают 2,0–2,2 мм в длину, но обычно меньше. Диаметр наиболее крупных кораллитов составляет 1 мм. Находки квидарий в непосредственной близости от комиссуры и частая ориентировка отверстий кораллитов в её сторону свидетельствуют о том, что в данном случае, скорее всего, было прижизненное поселение аулопор. Обнаружение кораллов на противоположных створках раковин атрипид, когда аулопоры переходят через комиссуру, не прерываясь, безусловно, свидетельствует о посмертном (хотя бы частично) прикреплении кишечнополостных. Их поселение на спинной створке изначально могло быть прижизненным, а затем, после смерти брахиоподы, кораллы перебирались на другую створку.

## Ключевые слова

Кораллы, *Aulopora*, брахиоподы, атрипиды, эпибионтия, девон, Закавказье.

## Теория

Доизучение имеющегося коллекционного материала девонских атрипид Закавказья, монографически описанных в [8] позволило впервые обнаружить на поверхности раковины атрипид данного региона табулятоморфные кораллы рода *Aulopora Goldfuss* [5].

Следует отметить, что детальное изучение эпибиоза чрезвычайно важно при комплексных исследованиях самых различных групп ископаемой донной фауны, на что неоднократно указывали исследователи [1–4, 6, 7, 9–14].

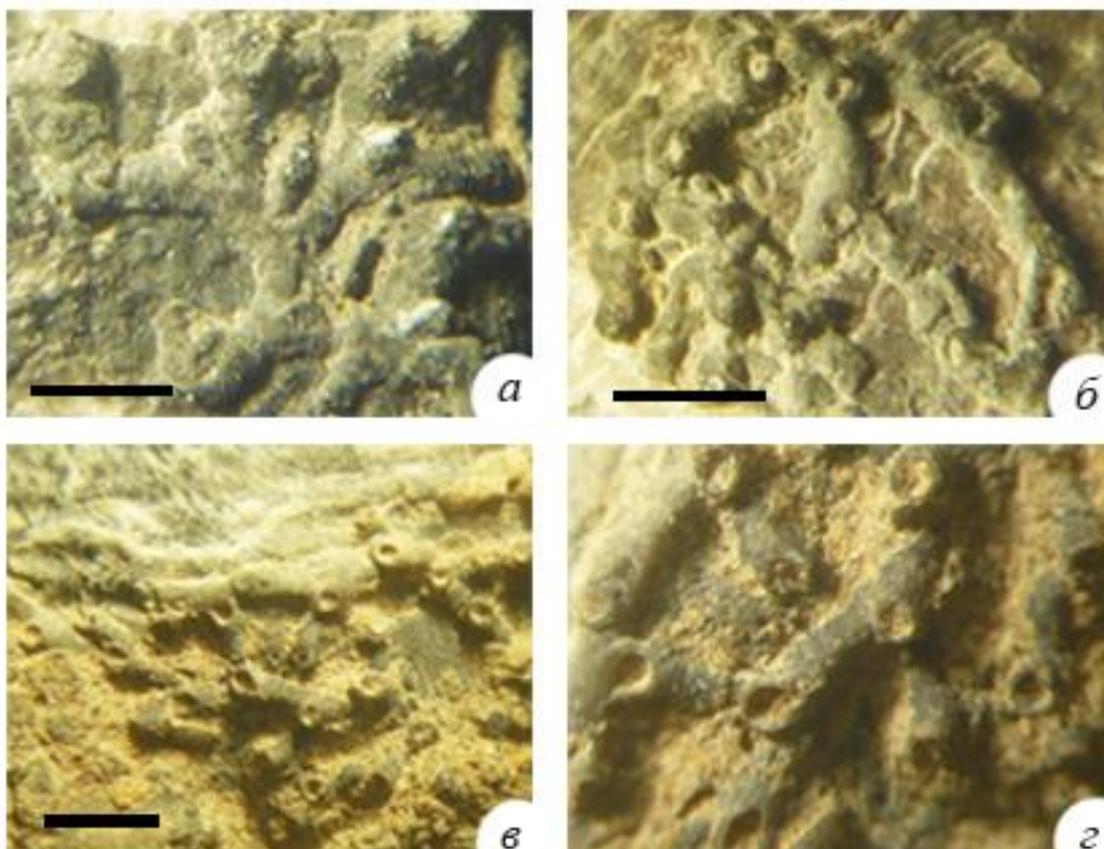
Табулятоморфные кораллы рода *Aulopora* относятся к отряду *Auloporida*. Их стелющиеся кустистые колонии состоят из мелких разобъённых конических кораллитов, почкующихся беспорядочно или закономерно с образованием цепочек или сеточек. Септы у данных кишечнополостных мелкие в виде шпиков или бугорков, могут отсутствовать. Днища малочисленные или не развиты.

Для изучения внутреннего строения мы пришлифовали шесть образцов колоний аулопор, но днищ и септ не обнаружили. Распространены представители данного рода были с позднего ордовика до перми.

Для произрастания кораллов был необходим твёрдый субстрат. Они использовали для этих целей каменистые грунты, а также часто поселялись на раковинах других организмов, в том числе, брахиопод, на что неоднократно обращали внимание исследователи.

Аулопоры обнаружены нами в отложениях зоны *Zdimir pseudobaschkirikus* – *Megastrophia uralensis* (эмс) на раковинах атрипид *Atrypa (Atrypa) menneri* Komarov (2 экземпляра); в отложениях зоны *Mucrospirifer diluvianoides* – *Radiomena irregularis* (верхний эйфель) на *Atrypa (Куртатрыпа) culminigera* Struve (5 экземпляров), *Desquamatia (Independatrypa) mikunovi* Komarov (1 экземпляр), *Gruenewaldtia latilinguis* (Schnur) (11 экземпляров), в отложениях зоны *Adolfia zickzack* (фран) на *Desquamatia (Independatrypa) subindependensis* Komarov (5 экземпляров) и в породах зоны *Uchtospirifer subarchiaci* – *Cyphoterorhynchus arpaensis* (фран) на *Desquamatia (Seratrypa) abramianae* Alekseeva et Komarov (1 экземпляр).

Следов прикрепления кораллов к гладким внутренним ядрам брахиопод не наблюдалось. Не были встречены и факты нарастания их колоний на других инкрустирующих эпибионтов.



**Рисунок 1.** Табулятоморфные кораллы *Aulopora* sp на раковинах атрипид. Длина масштабной линейки 2 см.

Аулопоры наблюдались на 25 раковинах брахиопод и примерно в равных пропорциях развиты либо только на спинной створке (где они прикреплены вблизи боковой или передней комиссур, или, значительно реже, в средней части створки) либо на обеих створках (рис. 1). В последнем случае колонии обычно покрывают значительную часть спинной створки, переходят через комиссуру и фиксируются в небольшой примакушечной части брюшной створки.

Лишь у одного экземпляра аулопоры развиты преимущественно на вентральной створке – крупная, длиной около 3 см, колония протягивается по краю створки от язычка до макушки, где и переходит, не прерываясь, на дорсальную створку.

Наблюдаемые размеры сохранившихся поселений варьируют от крошечных, представленных единичными кораллитами, до 30,0 мм. Наиболее часто встречаются инкрустации размером 9,0–17,0 мм. Размеры отдельных кораллитов достигают 2,0–2,2 мм в длину, но обычно меньше. Диаметр наиболее крупных кораллитов составляет 1 мм.

Интересным является решение вопроса о том, прикреплялся ли эпибионт к скелету другого организма при его жизни или уже после гибели. В первом случае обе формы (и служащая субстратом, и прикрепившаяся) являются представителями одного биоценоза и могут дать неоценимый материал для фациальных реконструкций. Во втором случае заключения, базирующиеся на экологическом исследовании обеих форм, были бы ошибочными, поскольку организм, являвшийся субстратом, мог не только не входить в состав данного палеобиоценоза, но и иметь значительно более древний возраст.

Чётким указанием на прикрепление при жизни служащего субстратом животного является расположение приросших существ на периферийных частях раковин.

## **Выводы**

Обнаружение значительного количества колоний аулопор только на спинной створке брахиопод выглядит вполне естественным, так как у раковин атрипид брюшная створка обычно более плоская и именно на ней брахиоподе (живой или уже погибшей) было “удобнее” лежать на грунте.

Следует отметить, что в литературе есть много свидетельств того, что аулопоры значительно более часто встречаются и на спинных, обращённых от грунта вверх, створках девонских спириферид.

При этом находки большинства книдарий в непосредственной близости от комиссуры и частая ориентировка отверстий кораллитов в её сторону свидетельствуют о том, что в данном случае, скорее всего, было прижизненное поселение кораллов, а живые атрипиды, приоткрывая створки, препятствовали обрастателям перейти на другую створку. “Гирляндного” прирастания аулопор, когда кораллы располагаются параллельно комиссуре, к сожалению, не наблюдалось. Прикрепление у комиссуры, рядом с входящим потоком воды, создаваемым находившимися в постоянном движении ресничками лофофора брахиоподы, обеспечивало аулопорам лучшие условия питания и позволяло получать кислород для дыхания. Возможно, при резком захлопывании створок потоки воды могли способствовать очищению кораллов от ненужных частичек донных отложений.

Нельзя исключить то, что и обрастатели могли приносить пользу организму–субстрату. В литературе есть указания на то, что кораллы могли защищать его своими стрекательными клетками.

Наблюдаемые в ряде случаев очень маленькие размеры колоний кораллов, возможно, свидетельствуют о том, что в этих случаях раковина брахиоподы была засыпана осадком, что и привело к ранней гибели и обрастателей и организма–хозяина.

Надёжным индикатором прижизненного прикрепления считаются также нарушения в процессе роста морфологии поверхности раковины брахиоподы, связанные с присутствием поселенца. Нами подобное отмечено не было. Частое обнаружение кораллов на противоположных створках раковин атрипид, когда аулопоры переходят через комиссуру, не прерываясь, безусловно, свидетельствует о посмертном (хотя бы частично) прикреплении книдарий. Их поселение на спинной створке изначально могло быть прижизненным, а затем, после смерти брахиоподы, кораллы перебирались на другую створку. Этому могли способствовать донные течения или поверхностное волнение, приводящие раковины погибших брахиопод на некоторое время в движение.

## **Библиография**

1. Гапоненко Е.С., Ульшин М.А., Комаров В.Н. Первые данные о роли ринхолитов в процессах эпibiонтии // Известия вузов. Геология и разведка. 2019. № 5. С. 5–9.
2. Геккер Р.Ф. Явления прирастания и прикрепления среди верхнедевонской фауны и флоры Главного девонского поля: Очерки по этологии и экологии населения палеозойских морей Русской платформы. М.: Изд–во АН СССР, 1935. С. 159–280 (Тр. Палеозоол. ин–та АН СССР; Т. 4).
3. Геккер Р.Ф. Введение в палеоэкологию. М.: Госгеолтехиздат. 1957. 126 с.
4. Геккер Р.Ф. Тафономические и экологические особенности фауны и флоры Главного девонского поля. М.: Наука, 1983. 144 с.
5. 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.
6. Иванов А.В. Уточнение систематического состава морских палеобиот на основе анализа эпibiонтии (на примере устричных) // Известия вузов. Геология и разведка. 2003. № 6. С. 43–45.
7. Иванов А.В., Первушов Е.М. Некоторые результаты изучения прикреплённых представителей поздне меловой морской фауны // Учён. зап. геол. фак–та Саратовского гос. ун–та. Нов. сер. Вып. 1. 1997. С. 19–28.
8. Комаров В.Н. Девонские атрипиды Закавказья. М.: Наука, 1997. 198 с.
9. Комаров В.Н., Ульшин М.А. Колонизаторы ринхолитов // Природа. 2020. № 2. С. 49–53.
10. Кузьмин С.Н., Хузина И.Р., Ульшин М.А., Гапоненко Е.С., Комаров В.Н. Первая находка лагенид *Bullopora rostrata* Quenstedt на ринхолитах // Проблемы региональной геологии Северной Евразии. Материалы конференции. М., МГРИ–РГГРУ. 2020. С. 45–47.

11. Марковский Б.П. Методы биофациального анализа. М.: Недра, 1966. 271 с.
12. Mistiaen B., Brice D., Zapalski M.K., Loones C. Brachiopods and Their Auloporid Epibionts in the Devonian of Boulonnais (France): Comparison with Other Associations Globally // *Earth and Life*. Springer, Dordrecht. 2012. P. 159–188.
13. Zapalski M. Paleoeology of Auloporida: an example from the Devonian of the Holy Cross Mts., Poland // *Geobios*. 2005. Vol. 38, issue 5. P. 677–683.
14. Zatoń M., Borszcz T., Berkowski B., Rakociński M., Zapalski M.K., Zhuravlev A.V. Paleoeology and sedimentary environment of the Late Devonian coral biostrome from the Central Devonian Field, Russia // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2015. Vol. 424. P. 61–75.

***Современная структура суши Кот-д'Ивуара продолжает формироваться, и тектонические процессы в виде разломов северо-восточного простираения, отраженные в геофизических полях***  
***Диоманде М.\* (Российский Университет Дружбый Народов, diommadou89@gmail.com)***

### **Аннотация**

В статье представлена информация о прибрежной части ивуарийского осадочного бассейна, представлены собственные результаты расчетов гравиметрических и магнитных аномалий, а также стратиграфическое исследование для прогнозирования вероятного открытия залежей углеводородов в прибрежной части осадочного бассейна Кот-д'Ивуара. Сейсмография позволяет геофизику получать изображения подземных горных образований, что позволяет нам определить вероятное существование породы и другую информацию о ней, например, историю ее образования. История осадочного бассейна Кот-д'Ивуара показывает нам, что последний представляет собой отдельный бассейн, возникший в результате разделения африканского и южноамериканского континентов. А из-за сложности добычи нефтяных ресурсов государство всегда предоставляло очень мало средств на геологические исследования. Эта тенденция изменилась в настоящее время, поскольку государство прилагает усилия для продвижения геологического потенциала Кот-д'Ивуара. И это усилие характеризуется увеличением площади осадочного бассейна. Освещение данного вопроса актуально в связи с отсутствием такой информации на русском языке, а также отсутствием или отсутствием информации на других языках, что не дает исчерпывающего представления о нефтяном комплексе Республики Кот-д'Ивуар, береговая часть включена, а также для прогнозирования возможных землетрясений, даже если последнее остается очень вероятным, даже маловероятным..

### **Ключевые слова**

Сейсмические исследования, неотектоника, pull-apart и оншор (Суша) Кот-д'Ивуара

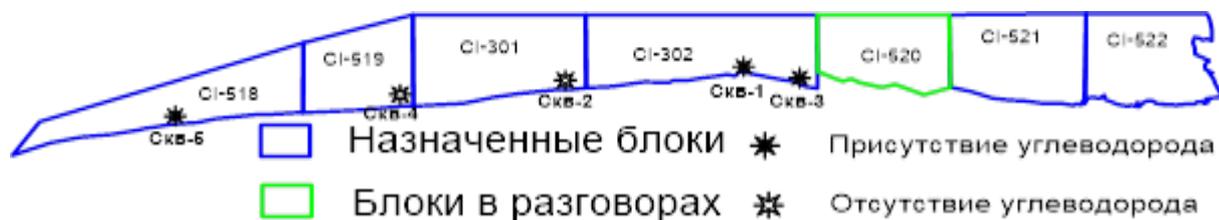
### **Теория**

Геологическое строение Кот-д'Ивуара определяется докембрийским фундаментом, который занимает 97,5% общей площади страны, и более поздним осадочным бассейном (породы от нижнего мела до наших дней), занимающим 2,5% площади территории.

Суша простирается с востока на запад на 360 км и представляет собой фрагментированный «полумесяц», граничащий с атлантическим побережьем от Сассандры до границы с Ганой (город Аксим), простирающийся на 45 км вглубь суши и покрывающий территорию в 8000 км<sup>2</sup>. Он полностью расположен между 3 ° и 6 ° западной долготы и 5 ° и 5 ° 30 'северной широты. Высота не превышает 130 м.

Суша разделяется на две части через разлом лагун. Северная часть характеризуется небольшой мощностью осадочных пород - менее 3000 м и площадью 5000 км<sup>2</sup>. Береговая линия прямая, состоит из скал и прибрежных равнин. Для южной части характерен осадочный чехол (осадконакопление - процесс) мощностью более 5000

м, площадью 3000 км<sup>2</sup>. Эта часть характеризуется невысокой береговой линией лагуны и граничит с широкой прибрежной равниной. Он характеризуется континентальным шельфом, прорезанным глубоким подводным каньоном.



**Рисунок 1.** Карта суши с границами лицензионных блоков и поисковыми скважинами объекте.

### История развития осадочного бассейна Кот-д'Ивуара

Осадочный бассейн Кот-д'Ивуара образовался после разделения африканского и южноамериканского континентов. Действительно, формирование этого бассейна началось с разрыва Гондваны и, впоследствии, разделения африканских и южноамериканских кратонов в меловом периоде (Tastet et al., 1993).

Соответствие между Западной Африкой и восточной частью Южной Америки составляет основу парадигмы континентальных странствий и материнского континента Пангеи. Разрушение суперконтинента Пангея началось с континентального рифтинга в средней юре (около 170 млн лет назад), когда Северная Америка и Сахара продвинулись дальше на север. В начале мелового периода (130 млн лет назад) между этими северными массивами произошло полное разделение, в то время как Гондвана начала распадаться с юга на север примерно через 130 млн лет (Le Pichon & Hayes, 1971).

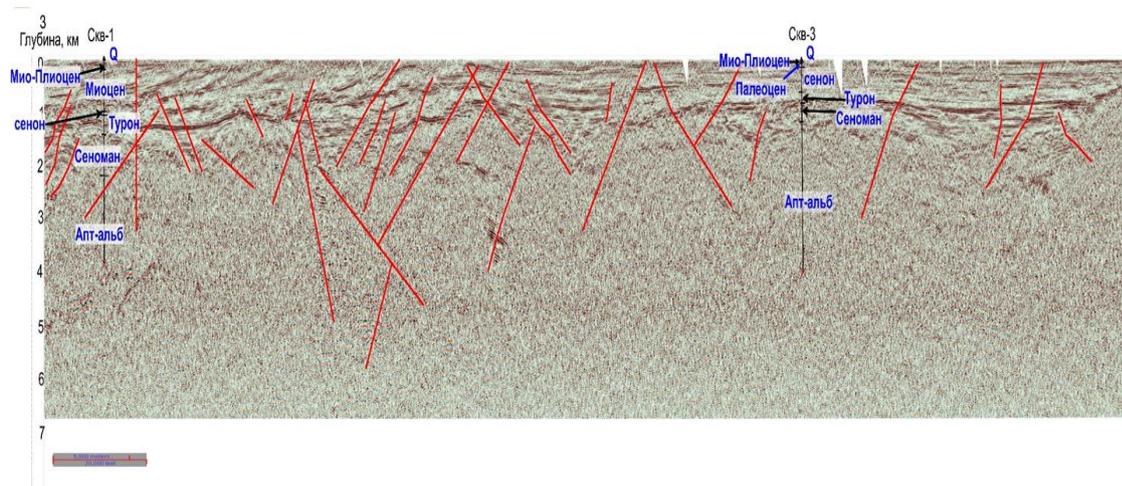
Во время постепенного разделения между двумя африканскими и южноамериканскими массивами суши различные силы растяжения создали несколько тектонических структур на двух краях бывших плит. Во время этого рифтинга горизонтальное направление максимальных и минимальных напряжений вызывало сдвиги, которые можно наблюдать на сейсмических профилях континентального шельфа. Восточная часть континентальной окраины Кот-д'Ивуара, вероятно, соответствует границе сдвига, и поэтому аварии, вызванные таким механизмом, должны характеризовать ее. Изученные сейсмические профили показывают, что в этом секторе континентальный шельф прорезан многочисленными разломами, которые образуют густую сеть (Loukou, 2018). Эта интенсивная трещиноватость осадочной серии альбо-аптского возраста соответствует узким коридорам, трещины которых по очереди разветвляются вверх; это порождает локально сложные структуры, названные «цветочной» структурой Хардинга и Лоуэла (1979). Немного дальше в центре континентального шельфа несколько более или менее параллельных разломов затрагивают в основном отложения нижнего мела. Эти разломы, как правило, неактивны, а их верхние части заканчиваются альбо-сеноманской диссонансом. Интенсивная трещиноватость этих меловых отложений соответствует сети нормальных разломов, унаследованных от дивергентного механизма рифтинга, приведшего к последующему строительству ивуарийской окраины. Фактически, правосторонняя игра двух больших провалов (Романш и Сен-Поль) вызвала в основной зоне сдвига локализованное

расширение с генезисом нормальных разломов. Эта зона максимального расширения была определена Кроуэллом (1974) под названием «пул-апарт-бассейн».

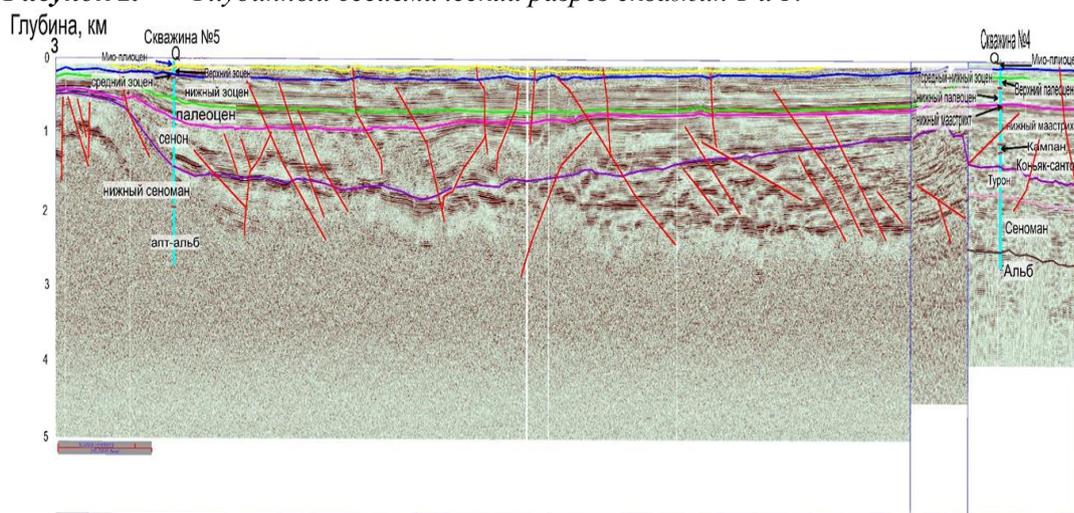
В этой работе возникает вопрос, продолжается ли этот процесс рифтинга сегодня или он продолжался до нашей эры.

### Геологические особенности территории побережья

Анализ сейсмических разрезов показывает, что в отложениях четвертичного, неогенового и палеогенового возраста существует сеть современной тектоники, часть которой соответствует возрасту палеогенового периода, но большая часть развивается только в отложениях четвертичного периода. Разломы затрагивают более древние отложения и меловые отложения, они показаны на рисунках 2 и 3.



**Рисунок 2.** Глубинный сейсмический разрез скважин 1 и 3.



**Рисунок 3.** Глубинный сейсмический разрез скважин 4 и 5.

С юрского периода до наших дней границы африканского континента постоянно отступали (граница определяется краем плато) на север и северо-восток в Гвинейский залив. Первые признаки этого процесса появились в юре и заключались в расширении глубоководного бассейна океана от центрального хребта океана. Окончательных границ еще не произошло, о чем свидетельствует наличие в четвертичных отложениях плато

современных разломов, врезанных в четвертичный период. Все современные разломы связаны разломами альбского возраста. Эти события, от юрского периода до наших дней, смогли значительно изменить тектонические параметры к западу от Африканской плиты.

И на основании анализа проявления тектонической деструкции в мезозойских и кайнозойских отложениях на берегу Кот-д'Ивуара можно сделать вывод, что в ходе этой эволюции выделяются как минимум три (3) цикла тектонической активности. Это верхний мезозой, нижний кайнозой и верхний кайнозой. Последний современный цикл, вероятно, был таков, что большинство тектонических разломов ориентировано в поперечном направлении центрального океанического хребта на землях Кот-д'Ивуара, ориентированных с юго-запада на северо-восток.

Большинство структур трещин, доступных для изучения, были разработаны по классической модели рифтогенеза.

Типичная рифтовая формация в настоящее время наносится на карту на суше в Кот-д'Ивуаре при бурении разведочных и оценочных скважин на нефть и газ. В настоящее время эволюция бассейна Гвинейского залива продолжается с формированием толкающей структуры, сложенной над шельфом. Все известные метаморфические комплексы развиты на побережье и на территории Кот-д'Ивуара и соседних стран. Это комплексы докембрийского возраста (> 700 мл. Лет).

## **Выводы**

Тектонические зоны, появившиеся на разных уровнях, разломы на данном этапе исследования еще не демонстрируют связи с орогенными событиями, а многие глубоководные фации более вероятны из-за подводной эрозии кромки крутого склона. плато, тектонические причины. Это снова первая причина недостаточной изученности Ивуарийского плато. В любом случае, даже существующие верхнечетвертичные тектонические разломы приводят и привели к современной модификации Ивуарийского плато, и, таким образом, развитие этого осадочного бассейна продолжается по сей день.

## **Библиография**

1. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ГВИНЕЙСКОГО ЗАЛИВА В МЕЛОВОМ ПЕРИОДЕ: ЧАСТЬ ОСАДОЧНОГО БАСЕЙНА КОТ Д'ИВУАРА, Московский экономический журнал, 2019;
2. Francheteau J.C. & Le Pichon X., 1972: Marginal fracture zones as structural framework of continental margins in South Atlantic Ocean,. Am. Ass. Petrol. Goel. Bull., 56, pp. 991-1007 ;
3. KOUAME Loukou Nicolas, COULIBALY Laciné, KOUADIO Guy Richard N'dri, DJRON Simon Pierre, EBY Ama Yvonne Ednard and ISOMBO Boko Célestin, utilisation de la sismique reflexion pour l'étude tectonique de la marge d'abidjan (cote d'ivoire): décrochement et extension, International Journal of Development Research, Vol. 08, Issue, 09, pp.22883-22891, September, 2018 ;
4. Jean-Pierre TASTET et al, GÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENTS SÉDIMENTAIRES DE LA MARGE CONTINENTALE DE CÔTE-D'IVOIRE, 1993.

*Структурно-формационная зональность вулканических сооружений  
Дьяконов В.В.\* (Российский государственный геологоразведочный университет  
имени Серго Орджоникидзе) (МГРИ), mdf.rudn@mail.ru),  
Котельников А.Е. (Российский университет дружбы народов (РУДН), Российский  
государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе)  
(МГРИ), kotelnikov-ae@rudn.ru)*

## **Аннотация**

На сегодняшний день вопросы поисков слепых и перекрытых месторождений в условиях мощного чехла магматических пород, являются весьма актуальными. Но при таких поисках появляются значительные технологические и интеллектуальные трудности. Высокую эффективность поисково-оценочных работ территорий (включая с развитой горнодобывающей инфраструктурой) обеспечивает комплекс исследований на основе палеовулканического реконструирования с выделением структурно-формационных зон, с которыми связаны рудные полезные ископаемые.

## **Ключевые слова**

Палеовулканическое сооружение, критерии, вулканические фации, структурно – формационные зоны.

## **Анализ и исследование**

Вулканические сооружения установлены в пределах Солнечной системы на планетах Земной группы – Марсе, Земле и Венере. А также выявлены схожие с магматическим процессом явления на Ио (Спутник Юпитера).

На поверхности Земли (континенты и ложе океанов) сегодня установлены более шести тысяч действующих вулканов. Влияние современных проявлений магматической деятельности влияют на морфологию поверхности, климатические изменения и геологическое строение в покровной части литосферы. Продукты магматической деятельности в верхах литосферы достигают 85%, а на долю осадочных пород приходится менее 15%. [3].

С магматическими породами связана значительная часть рудных полезных ископаемых. Поэтому весьма актуальными становятся исследования выявления приуроченности руд к различным структурно – формационным зонам палеовулканических сооружений.

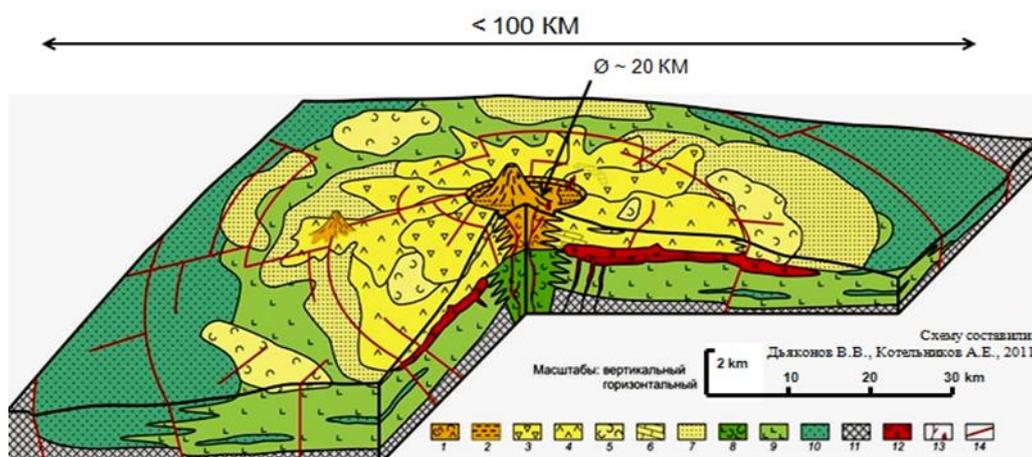
Не претендуя на оригинальность, мы сошлемся на Инструкцию по составлению и подготовке к изданию листов государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:200000. Москва 1996г.: «2.7.3.4 Тектоника: «... для районов с преимущественным развитием вулканогенных образований дополнительно к изложенным материалам (или вместо них) приводится описание вулканотектонических структур и выборочно – конкретных вулканических построек».

Магматические процессы носили в прошлом и носят в настоящем, площадной характер. Огромные территории были охвачены бурными эндогенными процессами, сопровождавшимися накоплением мощных толщ эффузивов на протяжении многих

сотен миллионов лет. Они продолжают непрерывно, на всем геологическом этапе развития Земли.

Факт существования современных вулканов (палеовулканических сооружений) в зонах магматизма ни у кого сомнений не вызывает. Мы о них слышим и видим в различных средствах массовой информации. Но существование подобных сооружений в предшествующие времена на просторах фанерозоя, у многих вызывает сомнение. Но указания на фрагментарное присутствие их в древности, содержится в работах многочисленных исследователей (В.И. Смирнов, В.И. Старостин, В.В. Авдонин, Г.Ф. Яковлев, А.И. Кривцов, М.Б. Бородаевская, Викентьев И.В., Дергачев А.Л., А.И. Полетаев, R.H. Sillitoe, S.R. Titley, S.F. Cox и др.). Полученные нами данные, в ходе проводимых исследований, позволяют высказать мнение – размеры палеовулканических сооружений палеозоя и мезозоя, ничуть, ни уступают таким ярким, практически современным структурам, как Арарат, Арагац, Гавайи и многим другим [1, 2, 4].

Вулканическое сооружение представляет собой сложную конструкцию, в пределах которой широко развиты пирокластические, лавовые и вулканогенно-осадочные, осадочные и интрузивные фации, каждая из которых занимает вполне определенное пространственное положение и накапливается за определенные временные интервалы (рисунок 1). На основе такого подхода магматические породы, слагающие палеовулканические сооружения, могут быть отнесены к следующим формациям: жерловая, склоновая, удаленная и поствулканическая (интрузивная). Каждая формация состоит из нескольких сочетаний пород, объединяемых в фации (лавовая, пирокластическая, субвулканическая и т.д.).



**Рисунок 1.** Схема размещения фаций палеовулкана. Условные обозначения: 1-10 — группы эффузивных фаций палеовулкана: 1-7 — фации второго этапа развития: 1-2 — жерловая структурно-формационная зона: 1-грубообломочные фации, 2-брекчиевые и лавобрекчиевые фации; 3-5 склоновая структурно-формационная зона: 3-пирокластические фации, 4-лавовые фации, 5- игнимбритовая фация, 6-рифовая (карбонатная) фация; 7-удаленная структурно-формационная зона, вулканогенно-осадочные фации; 8-10 — фации первого этапа развития: 8 — жерловая структурно-формационная зона, грубообломочные фации; 9 — склоновая структурно-формационная зона, эффузивно-пирокластические фации, 10 — удаленная структурно-формационная зона, вулканогенно-осадочные фации; 11 — фундамент вулкана; 12 — интрузивные тела; 13 — субвулканические тела; 14 — тектонические нарушения. Жерловая формация – в ее составе выделяются следующие фации:

- преимущественным развитием пользуются - грубообломочная брекчиевая и туфобрекчиевая (глыбовые, бомбовые) фации;

- в меньшем количестве представлены породы, составляющие лаво-брекчиевую и собственно лавовую фации;
- в большом количестве встречающиеся субвулканические тела в виде штоков и даек, представляют субвулканическую фацию.

Наличие игнимбритов, пемзовых шлаков и спекшихся туфов указывает на спекание, вторичное переплавление и течение в вязком состоянии, в связи с этим часто наблюдаются следы флюидальности, пузыристости, что характерно для продуктов кратерных лавовых «озер». Породы, относимые к жерловой формации, накапливаются в пределах центральной кальдеры и на незначительном удалении от нее за пределами сомы. Диаметр области их развития не превышает нескольких первых десятков километров. Характерным является присутствие по внешнему периметру развития жерловых фаций вторичных кварцитов, яшм и др. Наковник Н.И. относил их к «гидротермалитам», усматривая в этом проявления интенсивных процессов гидротермальной деятельности, сопровождающей выбросы огромных масс магматических продуктов. Наиболее интенсивной переработке подвергаются брекчиевидные фаций пород. Мы относим такие породы к гидротермалитовой фации.

Склоновая фармация – 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. По объему магматического материала породы склоновой фармации являются самыми многочисленными. Прослеживаются на многие и многие десятки километров от центральной кальдеры по всем направлениям, формируя склон палеовулканического сооружения. На склонах часто картируются мелкие паразитические жерла.

Удаленная фармация – слагающие ее породы, представлены вулканогенно-осадочными и осадочными фациями, реже вулканогенными. Вулканогенно-осадочные породы представляют собой различной зернистости пирокластический материал (туфы из вулканической пыли и пепла, размерностью менее 2 мм). Реже встречаются игнимбриты, образованные палящими тучами (лахары). Осадочные породы представляют собой продукты разрушения пород склоновой и жерловой фаций, под воздействием физического выветривания, проявлений тектоники и переноса вниз по склону к подножию сооружения. В значительном количестве присутствуют разнообразные туфы. Отложения накапливаются по подножию вулканов, до внешней границы проседания сооружения. В прибрежно-морских условиях, в зависимости от уровня воды, могут формироваться рифовые постройки, используя в качестве фундамента, породы любого происхождения, различных структурно-формационных зон.

К поствулканической (интрузивной) формации 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 по границе отложений основания сооружения и продуктов начального (щитового) этапа развития, а также к кровле последнего и кислым продуктам стратовулкана. Площади интрузий составляют сотни квадратных километров, мощностью от сотен метров до километров. В пределах палеовулканических сооружений они располагаются в пределах развития склоновых и удаленных структурно-формационных зонах. По петрохимическому составу слагающих их пород они не

однородны, представлены, как правило, тремя основными фациями или фазами внедрения. Состав пород меняется от основного к кислому.

## **Выводы**

Средний диаметр основания сооружения не менее 100 км, а зачастую превышает несколько сотен км. Диаметр вулканического центра 10-20 км, и более (до 200км.), в нем локализуются породы жерловой формации. Ширина склонов сооружения, сложенных покровами лав и пирокластики, варьирует в пределах от первых десятков километров до сотен километров (в зависимости от степени эродированности). Наибольшая высота известного нам сооружения от фундамента до верхней точки не более 10 км.

Гомодромная последовательность накопления пород вулканических сооружений, их размеры и интервалы времени жизнедеятельности – сохраняются на всем протяжении фанерозоя. В палеозойскую эру формирование сооружений происходило в 3 следующих друг за другом эпохи тектонико-магматической активизации: салаирская (V-S); каледонская D; герцинская С-Р.

Следует отметить, что размеры современных (мезо-кайнозойских) вулканических сооружений вписываются в это описание. Например, вулкан острова Гавайи, с его многочисленными вулканическими конусами (Мауна-Лоа (Mauna Loa) высотой чуть более 9170 м.) и шириной основания более 500 км и подводный щитовой вулкан «Массив Таму», расположенный в северо-западной части Тихого океана, в 1600 км к востоку от Японии, размером в основании 450 на 650 километров при высоте около 4,5 км, под уровнем океана.

В пределах палеовулканических сооружений формируются рудные месторождения двух структурно-формационных типов: 1 – вулканогенные, в пределах распространения пород жерловых и склоновых формаций; 2 – поствулканические, связанные с крупными интрузивными телами, сформировавшимися в заключительный третий этап развития палеовулканов.

## **Библиография**

1. Дьяконов В.В. Медно-порфировые месторождения – условия локализации и поиска: Монография. – М.: РУДН, 2010. – 239 с.:ил.
2. Дьяконов В.В., Котельников А.Е. Применение структурно-геохимических критериев для исследования перекрытой эндогенной минерализации. Международный Горный Конгресс. Астана. Казахстан. 2018. Ресми каталог.
3. Короновский Н.В., Якушова А.Ф. Основы геологии. М., Высшая школа. 1991. 416с.
4. Котельников А.Е. Медногорское палеовулканическое сооружение и перспективы его рудоносности: диссертация ... кандидата геолого-минералогических наук: - М., 2013. - Режим доступа: РГБ, место хранения ОД 61 13-4/54, <https://search.rsl.ru/ru/record/01006596256>

**Новые данные о находках рода *Palaeconchus Vinn (Microconchida, Tentaculita)*  
Измайлова А.А.\* (МГРИ-РГГУ, [fenekmangi@gmail.com](mailto:fenekmangi@gmail.com)), Головацтов Д.А.\* (МГРИ-  
РГГУ, [goldan21@mail.ru](mailto:goldan21@mail.ru))**

## Аннотация

Приведены данные о первых находках микроконхид рода *Palaeconchus Vinn* на раковинах атрипид из девонских отложений Закавказья. Сделан вывод о том, что мы имеем дело с посмертным обрастанием, в пользу чего свидетельствует отсутствие правильности в размещении микроконхид. Отсутствие *Palaeconchus* на гладких внутренних ядрах брахиопод указывает на то, что личинки микроконхид предпочитали рельефный субстрат, в пределах которого они могли прикрепиться в углублениях.

## Ключевые слова

Микроконхиды, *Palaeconchus*, брахиоподы, девон, Закавказье.

## Теория

Микроконхиды ранее относили к кольчатым червям – спирорбидам, или к червеобразным гастроподам рода *Vermetus*. В 1990–х годах были проведены детальные микроструктурные исследования стенки их раковины в результате чего микроконхиды стали относить не к аннелидам, а к отряду *Microconchida* Weedon, который вошёл в состав класса *Tentaculita* Bouček [1, 3–17].

Большинство микроконхид характеризуется спиральной раковиной, у которой может быть развит распрямлённый кончик, длина которого не превышает 2 мм. Однако некоторые таксоны характеризуются отличной морфологией и могли иметь длинную, иногда вертикально ориентированную раскрученную часть трубки. Так, некоторые каменноугольные виды формировали длинную спирально раскрученную раковину. Представители нижнетриасового рода *Spathiosonchus* имели прямые трубки. Пермский род *Helicosonchus* характеризуется длинной спирально раскрученной и ветвящейся трубкой. Большинство микроконхид отличается очень маленькими раковинами. Диаметр приустьевого части спиральной трубки варьирует в пределах 0,1–1,5 мм. Диаметр апертуры у раскрученной части трубки составлял обычно 0,5–3,0 мм.

Одними из наиболее крупных микроконхид являются *Microconchus cravenensis* из верхневизейского подъяруса Великобритании. Диаметр спиральной, прирастающей к субстрату части их раковины, достигает 5,4–7,7 мм. Длина сохранившейся раскрученной части трубки составляет 16,0 мм в длину, а диаметр приустьевого части раковины – 8,3 мм. Микроконхиды появились в позднем ордовике. Последние их находки микроконхид датируются батским веком.

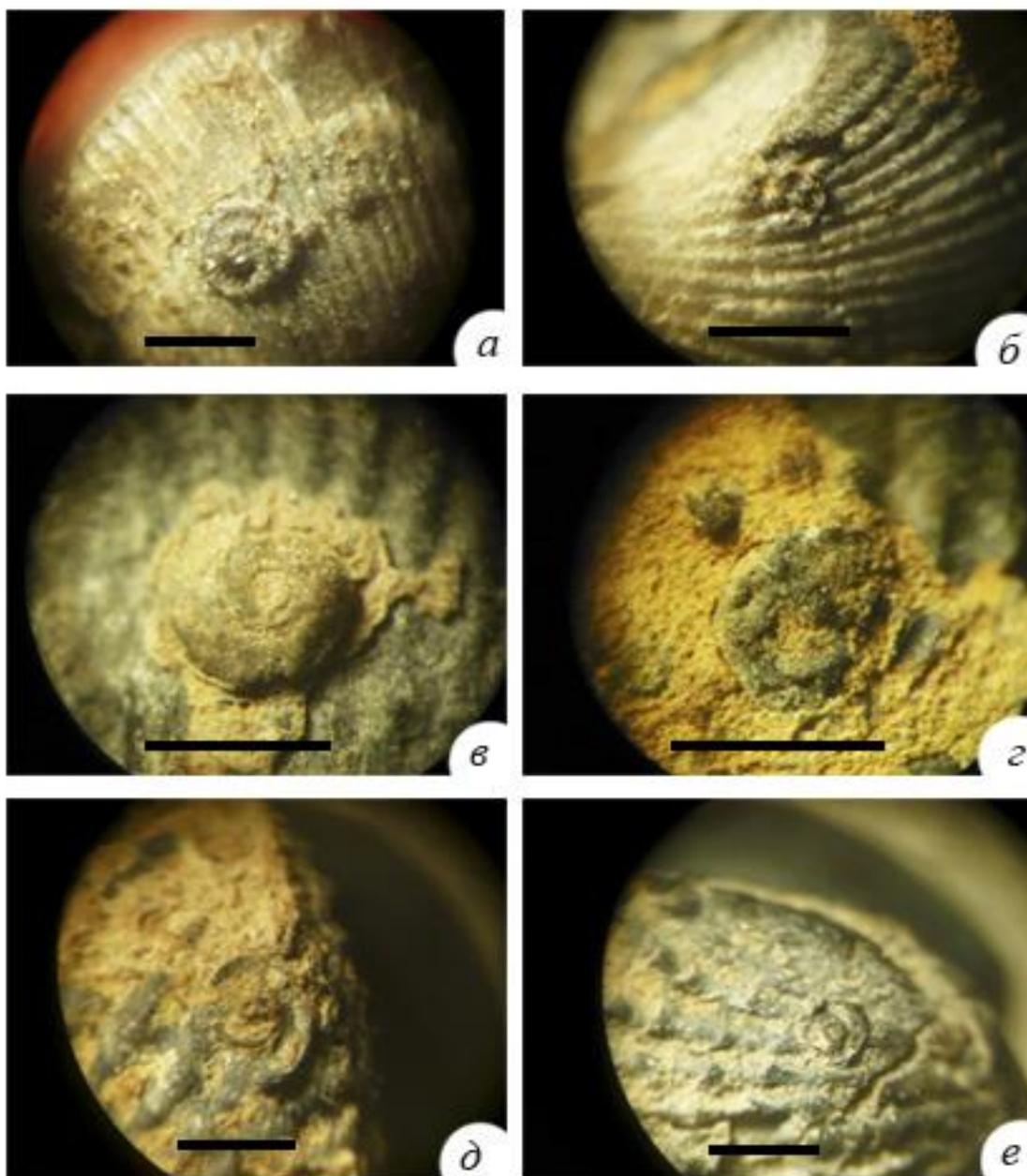
В процессе переизучения коллекции девонских атрипид Закавказья, монографически описанных в [2], были впервые обнаружены микроконхиды рода *Palaeconchus Vinn* (рис. 1).

В основном их удалось выявить на раковинах атрипид *Atrypa (Kyrtatrypa) culminigera* Struve, *Desquamatia (Independatrypa) mikunovi* Komarov и *Gruenewaldtia latilinguis* (Schnur) в отложениях зоны *Mucrospirifer diluvianoides – Radiomena irregularis*

(верхний эйфель). Несколько образцов было зафиксировано на раковинах *Spinatrypina* (*Spinatrypina*) *kasangulubachensis* Komarov из зоны *Indospirifer pseudowilliamsi* (живет).

Трубкажила *Palaeonchus* – с прирастающей известковой трубкой не могли существовать вне твёрдого субстрата. Их личинки развивались только там, где они находили подходящее твёрдое возвышение над донными отложениями.

Считается, что в случае поселения на раковинах брахиопод, *Palaeonchus* первоначально обосновывались на небольшом расстоянии от комиссуры. Таким образом, очевидного вреда, приводящего к нарушению роста раковины брахиоподы, они не приносили, в отличие, например, от рода *Cornulites*.



**Рисунок 1.** Микроконхиды рода *Microconchus* на раковинах брахиопод. Длина масштабной линейки 2 см.

Предпочтительное поселение вдоль периферии створок брахиопод–хозяек связано с выгодой, которую *Palaesonchus* получали именно вблизи комиссуры, когда обновление воды за счёт находившихся в постоянном движении ресничек лофофора брахиоподы было практически для питания, дыхания и, возможно, очищения от ненужных частичек донных отложений. Считается, что *Palaesonchus* изначально обычно располагались между рёбрами и лишь впоследствии, по мере увеличения размера трубок, они переходили на поверхность рёбер. Поскольку *Palaesonchus* строили трубочки улиткообразной формы с “вращающимся” устьем, это приводило к “отставанию” от роста раковины брахиоподы и постепенному удалению поселенца от переднего края раковины. Следовательно, чем дольше живёт *Palaesonchus* на створке брахиоподы, тем дальше он будет располагаться от её лобного края. По мере удаления от лобного края раковины будет также происходить увеличение размеров *Palaesonchus*. *Palaesonchus* могли образовывать гирлянды, когда цепочки примерно одинаковых по размеру спиральных трубочек, располагаются параллельно отступившему вперёд лобному краю.

Нами *Palaesonchus* примерно в равных пропорциях обнаружены как на брюшных, так и на спинных створках (с небольшим преобладанием на спинных створках). По всей видимости, это можно объяснить тем, что морфология створок у изученных атрипид отличалась слабо, и раковины взрослых организмов (как живых, так и умерших) могли с равным успехом лежать на грунте, как на вентральной, так и на дорсальной створке. Следов прикрепления *Palaesonchus* к гладким внутренним ядрам брахиопод не наблюдалось.

Восемь обнаруженных экземпляров прикреплены вблизи комиссуры (пять – вблизи передней, три – вблизи боковой). Восемь экземпляров приросли к раковине в области её макушки или в средней части створок. Нами наблюдались лишь спиральные трубки, округлые или овальные в плане, или, реже, их фрагменты. Тем не менее, следует отметить, что сохранность большинства *Palaesonchus* недостаточно хорошая и потенциально имевшиеся распрямлённые части трубок могли быть обломаны. В подавляющем большинстве случаев наблюдались полностью или частично вскрытые, полые трубки. Иногда встречались экземпляры, немного заполненные породой.

Размеры наблюдаемых *Palaesonchus* варьируют от 0,33 до 2,4 мм, но обычно составляет около 2 мм в диаметре (конкретные размеры в мм следующие: 2,0; 1,3; 2,0; 0,8; 2,0; 0,33; 2,0; 0,4; 1,6; 2,4; 1,0; 2,0; 1,2; 2,0; 1,6; 2,0). Насколько можно судить по единственному экземпляру хорошей сохранности (рис. 1, в), трубки характеризуются гладкой наружной поверхностью. Максимальный замеренный диаметр трубки в области апертуры составляет 0,86 мм. Конкретные диаметры сохранившихся трубок в области устья у других экземпляров составляют (в мм): 0,33; 0,42; 0,6; 0,77; 0,8. Диаметр апертуры у сохранившихся экземпляров составляет 0,41; 0,42; 0,5 и 0,51 мм. На двух вскрытых экземплярах удалось обнаружить шарообразный протоконх. Он имеет диаметр 0,24 мм и 0,33 мм.

Прикрепление изученных *Palaesonchus* могло быть как прижизненным (это в первую очередь касается форм, обнаруженных вблизи комиссуры), так и посмертным. Скорее всего, мы имеем дело с посмертным обрастанием, в пользу чего свидетельствует отсутствие правильности в их размещении, в частности, мы не наблюдали гирляндного расположения *Palaesonchus*. Отсутствие *Palaesonchus* на гладких внутренних ядрах брахиопод на наш взгляд указывает на то, что личинки микроконхид предпочитали рельефный субстрат, в пределах которого они могли прикрепиться в углублениях (применительно к брахиоподам – в межрёберных промежутках).

## Выводы

В процессе переизучения коллекции девонских атрипид Закавказья, были впервые обнаружены микроконхиды рода *Palaeonchus* Vinn. В ходе проведенной работы мы выяснили, что прикрепление изученных *Palaeonchus* могло быть прижизненным (это в первую очередь касается форм, обнаруженных вблизи комиссуры, такое положение было бы выгодным для питания), однако в пользу посмертного обрастания свидетельствует отсутствие правильности в размещении. При этом личинки микроконхид предпочитали рельефный субстрат, т.к. могли прикрепляться в углублениях, это подтверждает то, что особи примерно в равных пропорциях обнаружены как на брюшных, так и на спинных створках раковин-хозяек, однако полностью отсутствуют на гладких внутренних ядрах брахиопод.

## Библиография

1. Измайлова А.А., Головастов Д.А., Комаров В.Н. Первые находки представителей рода *Palaeonchus* Vinn (Microconchida, Tentaculita) на раковинах девонских атрипид (Brachiopoda) Закавказья // *Инновации. Наука. Образование*. 2021. № 26. С. 1068–1078.
2. Комаров В.Н. Девонские атрипиды Закавказья. М.: Наука. 1997. 198 с.
3. Barclay K.M., Schneider C.L., Leighton L.R. Palaeoecology of Devonian sclerobionts and their brachiopod hosts from the Western Canadian Sedimentary Basin // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2013. No 383–384. P. 79–91.
4. Taylor P.D., Vinn O., Wilson M.A. Evolution of biomineralisation in “lophophorates” // *Special Papers in Palaeontology*. 2010. No 84. P. 317–333.
5. Vinn O. Shell structure of helically coiled microconchids from the Middle Triassic (Anisian) of Germany // *Paläontologische Zeitschrift*. 2010. No 84. P. 495–499.
6. Vinn O. Adaptive strategies in the evolution of encrusting tentaculitoid tubeworms // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2010. No 292. P. 211–221.
7. Vinn O., Möttus M.–A. Diverse early endobiotic coral symbiont assemblage from the Katian (Late Ordovician) of Baltica // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2012. No 321–322. P. 137–141.
8. Webb A.E., Schneider C.L. (2013). Ecology of an encrusting fauna on *Desquamatia* (Atrypida, Brachiopoda) from Cedar Valley formation (Givetian, Devonian) of Iowa, USA // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2013. No 377. P. 102–109.
9. Zatoń M., Grey M., Vinn O. Microconchid tubeworms (Class Tentaculita) from the Joggins Formation (Pennsylvanian), Nova Scotia, Canada // *Canadian Journal of Earth Sciences*. 2014. No 51. P. 669–676.
10. Zatoń M., Hagdorn H., Borszcz T. Microconchids of the species *Microconchus valvatus* (Münster in Goldfuss, 1831) from the Upper Muschelkalk (Middle Triassic) of Germany // *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*. 2014. No 94(3). P. 453–461.
11. Zatoń M., Krawczyński W. New Devonian microconchids (Tentaculita) from the Holy Cross Mountains, Poland // *Journal of Paleontology*. 2011. No 85(4). P. 757–769.
12. Zatoń M., Mundy D.J.C. *Microconchus cravenensis* n. sp.: a giant among microconchid tubeworms // *Journal of Paleontology*. 2020. No 94(6). P. 1051–1058.

**Новые данные об участии мшанок в процессах эпибионтии**

**Измайлова А.А.\* (МГРИ-РГГРУ, fenekmangi@gmail.com), Головастов Д.А. (МГРИ-РГГРУ, goldan21@mail.ru), Гончарова Е.И. (МГРИ-РГГРУ, elvira.dragon.01@mail.ru)**

**Аннотация**

Приведены данные о первых находках мшанок на раковинах девонских атрипид Закавказья. Мшанки рода *Atactotoechus* (?) обнаружены на раковинах *Atrypa (Atrypa) menneri* Komarov в отложениях зоны Zdimir pseudobaschkirikus – *Megastrophia uralensis* (эмс) и *Spinatrypina (Spinatrypina) kasangulubachensis* Komarov в зоне *Indospirifer pseudowilliamsi* (живет) (3 экземпляра). Род *Fistulipora* (?) выявлен на раковинах *Gruenewaldtia latilinguis* (Schnur) в породах зоны *Mucrospirifer diluvianoides* – *Radiomena irregularis* (верхний эйфель). Род *Leioclema* (?) встречен на раковинах *Atrypa (Kyratrypina) culminigera* Struve в зоне *Mucrospirifer diluvianoides* – *Radiomena irregularis* (верхний эйфель). Большинство мшанок обнаружено на спинных створках брахиопод в непосредственной близости от комиссуры (некоторые колонии строго ограничены комиссурой). Это свидетельствует о том, что в данном случае, было прижизненное поселение мшанок. Обнаружение колоний, переходящих через край раковины, свидетельствует о посмертном поселении мшанок. Также, это указывает на глубины, которые могли достигать поверхностное волнение или донные течения, приводя раковины погибших брахиопод на некоторое время в движение. Отсутствие мшанок на гладких внутренних ядрах брахиопод указывает на то, что их личинки предпочитали рельефный субстрат, в пределах которого они могли прикрепиться в углублениях (применительно к брахиоподам – в межрёберных промежутках). Здесь личинка претерпевала метаморфоз, развиваясь в первую особь – анцеструлу, от которой затем и отпочковывалась новая колония.

**Ключевые слова**

Мшанки, брахиоподы, атрипиды, девон, Закавказье.

**Теория**

Доизучение имеющегося коллекционного материала девонских атрипид Закавказья, монографически описанных в [7] позволило впервые обнаружить на поверхности раковины атрипид данного региона мшанки [6]. Следует отметить, что детальное изучение эпибиоза чрезвычайно важно при комплексных исследованиях самых различных групп ископаемой донной фауны, на что неоднократно указывали исследователи [1–5, 8–10].

Мшанки являются исключительно колониальными ископаемыми и современными животными. Для колоний мшанок характерен полиморфизм, то есть существование в одной колонии нескольких вариантов особей (зооидов), отличающихся по строению и функциональному назначению. Некоторые из мшанок относятся к сверлильщикам, но большинство ведёт преимущественно прикреплённый образ жизни. Для произрастания мшанок необходим твёрдый субстрат, который может использоваться этими организмами только в том случае, если он свободен от наносов. Мшанки очень чувствительны к чистоте морской воды и могут переносить только очень

небольшое количество минеральной взвеси. Обильная седиментация вызывает их гибель.

Все обнаруженные нами на раковинах атрипид мшанки были определены предварительно, со значительной долей условности, так как для их точной диагностики необходимы прозрачные ориентированные шлифы или использование методов томографии.

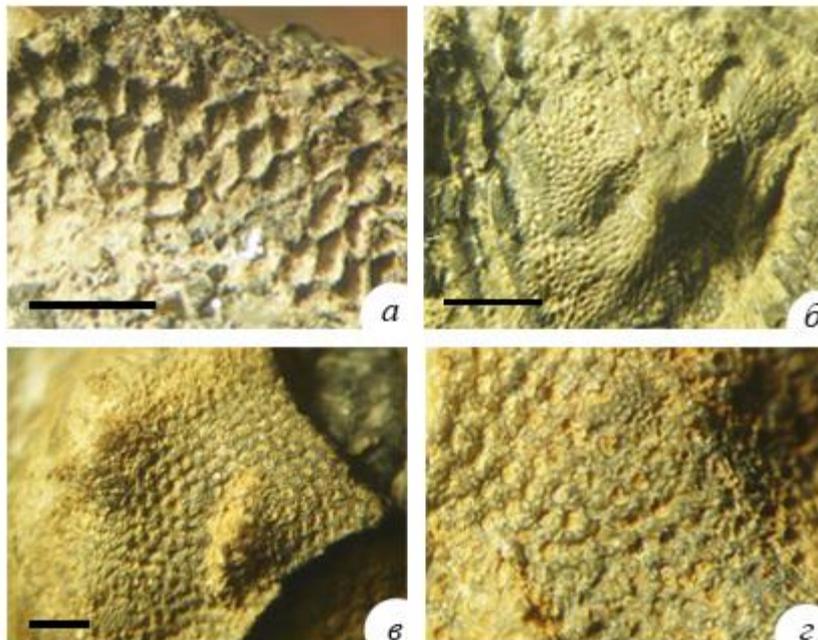
Мшанки рода *Atactotoechus* (?) обнаружены на раковинах *Atrypa* (*Atrypa*) *menneri* Komarov в отложениях зоны *Zdimir pseudobaschkirikus – Megastrophia uralensis* (эмс) (2 экземпляра) и на раковинах *Spinatrypina* (*Spinatrypina*) *kasangulubachensis* Komarov из зоны *Indospirifer pseudowilliamsi* (живет) (3 экземпляра). Единственного представителя рода *Fistulipora* (?) удалось выявить на раковинах *Gruenewaldtia latilinguis* (Schnur) в зоне *Mucrospirifer diluvianoides – Radiomena irregularis* (верхний эйфель). Род *Leioclema* (?) был встречен на раковинах *Atrypa* (*Kyrtatrypa*) *culminigera* Struve (5 экземпляров) в породах зоны *Mucrospirifer diluvianoides – Radiomena irregularis* (верхний эйфель).

Следов прикрепления мшанок к гладким внутренним ядрам брахиопод не наблюдалось. Не были встречены и факты нарастания колоний мшанок друг на друга или на других инкрустирующих эпибионтов.

Мшанки *Atactotoechus* (?) sp. (рис. 1, а) из отряда *Trepotomida* встречены в основном на спинных створках (3 экземпляра), где они занимают различное положение. Одна колония находится у самой передней комиссуры, одна мшанка занимает почти всю боковую часть створки и ограничена латеральной комиссурой, одна колония расположена в средней части створки. Один экземпляр инкрустирует среднюю часть брюшной створки. На двух раковинах мшанки располагаются как на брюшной, так и на спинной створках. На одном экземпляре мшанки расположены в основном на спинной створке в области макушки, но переходят через боковую комиссуру и частично покрывают брюшную створку. Более масштабно переход колонии через комиссуру виден на другом образце, на котором колония мшанок почти полностью покрывает спинную створку и, перейдя через край раковины, охватывает почти половину брюшной створки. Наблюдаемые размеры колоний 2,0, 3,0, 4,0, 10,0, 15,0 и 23,0 мм. Наиболее крупная из указанных мшанок превышает размеры раковины брахиоподы, которую использовала в качестве субстрата. Колонии рода *Atactotoechus* могут быть массивными или ветвистыми с прерывисто утолщёнными стенками. Акантопоры отсутствуют или очень редкие и мелкие. Нами наблюдались массивные колонии, прикрепляющиеся к субстрату всей нижней поверхностью. Род объединяет несколько видов, имеющих сравнительно широкое географическое распространение. Стратиграфическое распространение рода ограничено средним и верхним девоном.

Относящиеся к отряду *Trepotomida* мшанки *Leioclema* (?) sp. в основном обнаружены на спинных створках (рис. 1, б). Мшанки могут быть прикреплены у макушки, в средней части створки, в передней части раковины, но почти всегда непосредственно рядом с комиссурой (передней или боковой). Лишь у одной раковины брахиоподы мшанки расположены в средней части спинной створки вдали от комиссуры. На брюшной створке наблюдалась только одна колония мшанок, где она расположена в пределах язычка непосредственно у передней комиссуры. Наблюдаемые размеры колоний 1,0, 1,3, 2,3, 7,0, 7,0 мм. Колонии рода *Leioclema* разнообразные, преобладают ветвистые и обрастающие, с пятнами из крупных ячеек или мезопор. Устья угловатые или округлые. Диафрагмы сплошные, редкие в ячейках и частые в

многочисленных мезопорах. Акантопоры обычно крупные, обильные. У всех обнаруженных мшанок хорошо наблюдается обрастающее субстрат основание, переходящее в веточку. Род объединяет много видов, имеющих широкое географическое распространение. Стратиграфическое распространение рода охватывает интервал от ордовика до триаса.



**Рисунок 1.** Мшанки на раковинах атрипид: а – *Atactotoechus* (?) sp.; б – *Leioclema* (?) sp.; в–г – *Fistulipora* (?) sp. Длина масштабной линейки 2 см.

Массивная пластинчатая колония мшанки *Fistulipora* (?) sp., относящейся к отряду *Cystoporida*, обнаружена на брюшной створке в её задней половине (рис. 1, в–г), где она прирастает к створке всей нижней поверхностью. Край колонии, которая достигает 13,0 мм в размерах, строго совпадает с боковой комиссурой брахиоподы, не переходя через неё. Колонии указанного рода обрастающие, массивные, реже ветвистые. Устья ячеек разной формы, в зависимости от степени развития лунария, располагаются радиально вокруг пятен. Ячейки тонкостенные, с редкими сплошными диафрагмами. Пузырьки пузырьчатой ткани образуют несколько рядов. Род объединяет много видов, имеющих очень широкое географическое распространение. Стратиграфическое распространение рода охватывает интервал с силура до перми включительно.

## Выводы

Большинство изученных мшанок обнаружено на спинных створках брахиопод (8 экземпляров из 10). Это выглядит естественным, так как у раковин атрипид брюшная створка обычно более плоская и именно на ней организму (живому или погибшему) было “удобнее” лежать на грунте. При этом находки большинства колоний мшанок (7 экземпляров из 10) в непосредственной близости от комиссуры (некоторые колонии строго ограничены комиссурой) свидетельствуют о том, что в данном случае, несомненно, было прижизненное поселение мшанок, когда живые брахиоподы, приоткрывая створки, препятствовали обрастателям перейти на другую створку. В то же время поселение у комиссуры, рядом с входящим потоком воды, позволяло получать и мшанкам часть пищи брахиопод.

Наблюдаемые в ряде случаев очень маленькие размеры колоний мшанок могут свидетельствовать о том, что в этих случаях раковина брахиоподы была засыпана осадком, что привело и к гибели обрастателей. Обнаружение на противоположных створках колонии с непрерывным переходом через край раковины однозначно свидетельствует о посмертном поселении мшанок. Это указывает на такие глубины, которые могли достигать поверхностное волнение или донные течения, приводящие раковины погибших брахиопод на некоторое время в движение.

На достаточно высокую гидродинамическую активность может указывать и значительное количество обнаруженных плоских пластинчатых колоний, прикреплявшихся всей нижней поверхностью. Такие колонии характерны для грубообломочных мелководных отложений – гравелитов и конгломератов. В то же время на отсутствие крайнего мелководья с повышенной гидродинамикой среды указывает то, что колонии мшанок не несут следов обтирания и окатанности. Отсутствие мшанок на гладких внутренних ядрах брахиопод, на наш взгляд, указывает на то, что личинки мшанок предпочитали рельефный субстрат, в пределах которого они могли прикрепиться в углублениях (применительно к брахиоподам – в межрёберных промежутках). Здесь личинка претерпевала метаморфоз, образуя первую особь – анцеструлу, от которой затем и отпочковывалась новая колония.

## **Библиография**

1. Гапоненко Е.С., Ульшин М.А., Комаров В.Н. Первые данные о роли ринхолитов в процессах эпибионтии // Известия вузов. Геология и разведка. 2019. № 5. С. 5–9.
2. Геккер Р.Ф. Явления прирастания и прикрепления среди верхнедевонской фауны и флоры Главного девонского поля: Очерки по этологии и экологии населения палеозойских морей Русской платформы. М.: Изд-во АН СССР, 1935. С. 159–280 (Тр. Палеозоол. ин-та АН СССР; Т. 4).
3. Геккер Р.Ф. Тафономические и экологические особенности фауны и флоры Главного девонского поля. М.: Наука, 1983. 144 с.
4. Иванов А.В. Уточнение систематического состава морских палеобиот на основе анализа эпибионтии (на примере устричных) // Известия вузов. Геология и разведка. 2003. № 6. С. 43–45.
5. Иванов А.В., Первушов Е.М. Некоторые результаты изучения прикрепленных представителей поздне меловой морской фауны // Учен. зап. геол. фак-та Саратовского гос. ун-та. Нов. сер. Вып. 1. 1997. С. 19–28.
6. 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.
7. Комаров В.Н. Девонские атрипиды Закавказья. М.: Наука, 1997. 198 с.
8. Комаров В.Н., Ульшин М.А. Колонизаторы ринхолитов // Природа. 2020. № 2. С. 49–53.
9. Кузьмин С.Н., Хузина И.Р., Ульшин М.А., Гапоненко Е.С., Комаров В.Н. Первая находка лагенид *Bulloroga rostrata* Quenstedt на ринхолитах // Проблемы региональной геологии Северной Евразии. Материалы конференции. М., МГРИ–РГГРУ. 2020. С. 45–47.

**Новые данные об особенностях палеоэкологии девонских атрипид (*Brachiopoda*) Закавказья**

**Измайлова А.А.\* (МГРИ-РГГРУ, [fenektangi@gmail.com](mailto:fenektangi@gmail.com)), Головастов Д.А.\* (МГРИ-РГГРУ, [goldan21@mail.ru](mailto:goldan21@mail.ru)), Гончарова Е.И.\* (МГРИ-РГГРУ, [elvira.dragon.01@mail.ru](mailto:elvira.dragon.01@mail.ru)), Комаров В.Н.\* (МГРИ-РГГРУ, [komarovmgri@mail.ru](mailto:komarovmgri@mail.ru))**

**Аннотация**

Приведены результаты исследования эпибионтов на раковинах девонских атрипид Закавказья. Установлены случаи как прижизненного, так и посмертного поселения обрастателей. Сделаны общие выводы о палеоэкологических условиях существования атрипид и эпибионтов.

**Ключевые слова**

Палеоэкология, эпибионты, микроконхиды, кораллы, мшанки, сверлильщики, брахиоподы, атрипиды, девон, Закавказье.

**Теория**

Комплексное доизучение коллекции девонских атрипид Закавказья, монографически описанных в [2], позволило впервые обнаружить на поверхности их раковины различных эпибионтов [1, 3–6], среди которых были определены микроконхиды, кораллы, мшанки и сверлящие организмы (рис. 1).

Микроконхиды представлены родами *Cornulites* и *Palaeconchus*. Нами было обнаружено восемь экземпляров рода *Cornulites*, равномерно распределённых в зонах *Mucrospirifer diluvianoides*–*Radiomena irregularis*, *Indospirifer pseudowilliamsi*, а также *Uchtospirifer subarchiaci*–*Cyphoterorhynchus arpaensis*.

Большинство *Palaeconchus* (14 экз.) найдено в зоне *Mucrospirifer diluvianoides*–*Radiomena irregularis*. Они также выявлены в зонах *Adolfia zickzack* и *Uchtospirifer subarchiaci*–*Cyphoterorhynchus arpaensis*.

Табулятоморфные кораллы представлены родом *Aulopora*. Большинство аулопор (17 экз.) приурочено к зоне *Mucrospirifer diluvianoides*–*Radiomena irregularis*. Кроме того, их удалось выявить в зонах *Zdimir pseudobaschkirikus*–*Megastrophia uralensis*, *Adolfia zickzack* и *Uchtospirifer subarchiaci*–*Cyphoterorhynchus arpaensis*.

Среди мшанок определены три рода. Мшанки рода *Atactotoechus* (?) встречены в зонах *Zdimir pseudobaschkirikus*–*Megastrophia uralensis* (2 экз.), *Indospirifer pseudowilliamsi* (3 экз.) и *Adolfia zickzack* (1 экз.). Представители родов *Leioclema* (?) (5 экз.) и *Fistulipora* (?) (1 экз.) обнаружены только в отложениях зоны *Mucrospirifer diluvianoides*–*Radiomena irregularis*. Кроме того, мшанки, диагностировать которые до рода пока не удалось, обнаружены в зонах *Mucrospirifer diluvianoides*–*Radiomena irregularis* (2 экз.), *Indospirifer pseudowilliamsi* (1 экз.) и *Adolfia zickzack* (1 экземпляр).

Большинство следов сверлений (9 экз.) удалось выявить в зоне *Mucrospirifer diluvianoides*–*Radiomena irregularis*. Среди них наблюдались относительно крупные и

очень мелкие вертикальные сверления, а также необычные крупные сверления, выполненные в горизонтальной плоскости. Сверления на раковинах были также обнаружены в зонах *Indospirifer pseudowilliamsi* (горизонтальные сверления), *Adolfia zickzack* (крупные вертикальные сверления) и *Uchtospirifer subarchiaci*–*Cyphoterorhynchus arpaensis* (все выявленные варианты сверлений).

Ярус	Зона	Микроконхиды		Кораллы	Мшанки	Сверлильщики	Соотношение, %
		Cornulites	Palaeconchus	Aulopora			
Франский	<i>Uchtospirifer subarchiaci</i> – <i>Cyphoterorhynchus arpaensis</i>	2		1		4	25
	<i>Adolfia zickzack</i>		1	6	2	2	20
Живетский	<i>Indospirifer pseudowilliamsi</i>	4	4		8	1	10
	<i>Stringocephalus burtini</i>						1
Эйфельский	<i>Microspirifer diluvianodes</i> – <i>Radiomena irregularis</i>	10	15	19	15	9	33
	<i>Alatiformia araxica</i> – <i>Dagnachonetes caucasicus</i>						2
	<i>Arduspirifer intermedius</i>						1
Эмский	<i>Zdimir pseudobaschkirikus</i> – <i>Megastrophia uralensis</i>			2	2		8

**Рисунок 1.** Систематический состав и стратиграфическое распространение эпибионтов на раковинах атрипид Закавказья. В последней графе указано процентное содержание атрипид конкретной зоны от общего числа изученных экземпляров.

Установить систематическую принадлежность сверлильщиков затруднительно. Очевидно, что это были мелководные обитатели различного размера, иногда осуществлявшие свою деятельность на одних и тех же раковинах одновременно. Полученные нами данные, в том числе большое количество совместно выявленных сверлений, часто их крошечный размер и, в ряде случаев, заведомое посмертное

поселение, свидетельствуют о том, что мы, скорее всего, имеем дело не с хищниками, а с фильтраторами. На основе полученных данных можно сделать вывод, что во время *Zdimir pseudobaschkirikus*–*Megastrophia uralensis* существовали только кораллы *Aulopora* и мшанки, но в небольшом количестве, что свидетельствует о минимальных благоприятных условиях для распространения данных организмов. Во время *Arduspirifer intermedius* и *Alatiformia araxica*–*Dagnachonetes caucasius* изученные нами организмы замечены в минимальном количестве из чего можно сделать вывод о наличии неблагоприятных для них факторов среды. Количество образцов из зоны *Microspirifer diluvianodes*–*Radiomena irregularis* заметно возросло относительно количества предыдущих экспонатов, что позволяет нам сделать вывод, о том, что в это время условия для развития организмов значительно улучшились. Во время *Stringocephalus burtini* опять наблюдается ухудшение условий для распространения исследуемых нами организмов, который заканчивается с началом времени *Indospirifer pseudowilliamsi* и условия для жизни всех организмов, за исключением кораллов, улучшаются. Во время *Adolfia zickzack* морские условия становятся пригодными для распространения кораллов, мшанок, сверлильщиков и микроконхид рода *Palaeconchus*. Во время *Uchtospirifer subarchiaci*–*Cyphoterorhynchus arpaensis* условия для обеспечения жизнедеятельности изучаемых организмов ухудшились, и заметное распространение можно наблюдать только у микроконхид рода *Cornulites*, кораллов и сверлильщиков.

## Выводы

Большинство изученных мшанок обнаружено на спинных створках брахиопод (12 экземпляров из 16). Это выглядит естественным, так как у раковин атрипид брюшная створка обычно более плоская и именно на ней организму (живому или погибшему) было “удобнее” лежать на грунте. Аулопоры примерно в равных пропорциях развиты либо только на спинной створке, либо на обеих створках. Следы сверлений также обычно развиты на дорсальной створке, или покрывают обе створки. Микроконхиды в равных пропорциях найдены на спинных и на брюшных створках. Поселение эпибионтов могло быть как прижизненным, так и посмертным. Так, прижизненным, скорее всего, является прикрепление корнулитесов, трубки которых в точности повторяют контур передней комиссуры створки или в целом ориентированы устьем в сторону передней комиссуры. Находки большинства колоний мшанок (10 экземпляров из 16), *Palaeconchus* (10 экземпляров из 19) и большинства аулопор в непосредственной близости от комиссуры (некоторые колонии мшанок и кораллов строго ограничены комиссурой) свидетельствуют о том, что в данном случае, несомненно, было прижизненное поселение обрастателей, когда брахиоподы, приоткрывая створки, препятствовали эпибионтам перейти на другую створку. Прикрепление у комиссуры брахиопод–хозяек, рядом с входящим потоком воды, создаваемым находившимися в постоянном движении ресничками лофофора брахиоподы, обеспечивало обрастателям лучшие условия питания и позволяло получать кислород для дыхания. Находки сверлений на спинных створках брахиопод, свидетельствующие об их неподвижном положении на дне, позволяют предположить, что это было прижизненное поселение сверлящих организмов. Посмертное обрастание можно предполагать в случае отсутствия правильности в размещении эпибионтов. Частое обнаружение кораллов на противоположных створках раковин атрипид, когда аулопоры переходят через комиссуру, не прерываясь, безусловно, также свидетельствует о посмертном (хотя бы частично) прикреплении кидарий. Наблюдаемые в ряде случаев очень маленькие размеры колоний мшанок могут свидетельствовать о том, что в этих случаях раковина брахиоподы была засыпана осадком, что привело и к гибели обрастателей. Обнаружение на противоположных

створках колонии с непрерывным переходом через край раковины однозначно свидетельствует о посмертном поселении мшанок. Обнаружение сверлений на противоположных створках раковин у двух образцов указывает на такие глубины, которые могли достигать поверхностное волнение или донные течения, приводящие раковины (как живых, так и уже погибших брахиопод) на некоторое время в движение. Однозначно свидетельствуют о посмертном поселении сверлильщиков находка следов их деятельности на внутреннем ядре *Atrypa (Kurtatrypa) culminigera* Struve. Для поселения изученных обрастателей и камнеточцев был необходим твёрдый субстрат, который мог использоваться этими организмами только в том случае, если он был свободен от наносов. Многие обрастатели, в частности мшанки и кораллы, очень чувствительны к чистоте морской воды и могут переносить только очень небольшое количество минеральной взвеси. Обильная седиментация вызывает их гибель. На достаточно высокую гидродинамическую активность может указывать и значительное количество обнаруженных плоских пластинчатых колоний мшанок, прикреплявшихся всей нижней поверхностью. Такие колонии характерны для грубообломочных мелководных отложений – гравелитов и конгломератов. В то же время на отсутствие крайнего мелководья с повышенной гидродинамикой среды указывает то, что колонии мшанок не несут следов обтирания и окатанности. Отсутствие подавляющего большинства эпибионтов (кроме единичных сверлений) на гладких внутренних ядрах брахиопод, на наш взгляд, указывает на то, что их личинки предпочитали рельефный субстрат, в пределах которого они могли прикрепиться в углублениях между рёбрами. И лишь затем, по мере роста, переходили на поверхность рёбер. Отдельно хотелось бы отметить, что не были встречены факты нарастания эпибионтов друг на друга.

## 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. Комаров В.Н. Девонские атрипиды Закавказья. М.: Наука, 1997. 198 с.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.

***Водные грибы – одна из причин массового приобретения раковины  
раннекембрийскими фаунами Сибирской платформы  
Колосов П.Н. (Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН,  
petrkolosov36@mail.ru)***

**Аннотация**

Массовое приобретение раковины раннекембрийскими фаунами Сибирской платформы (СП) – результат сочетания следующих факторов и событий: нахождение СП в приэкваториальной зоне; особенность тектоники востока СП; проявления рифтовых процессов и вулканизма в неопротерозое – начале кембрия; процветание пороодо- и средообразующих микроорганизмов в течение одного миллиарда лет; похолодание на рубеже неопротерозоя и венда (эдиакария); колоссальная трансгрессия моря в позднем венде на востоке СП; существование бесскелетных, эволюционно продвинутых мелких животных; симбиоз водорослей и животных; водные грибы.

**Ключевые слова**

грибы, фауна, кембрий, Сибирская платформа

**Теория**

Появление в начале кембрия более 500 родов беспозвоночных морских животных, большинства ныне существующих их типов и классов – самое раннее яркое проявление биоразнообразия на Земле. Известно, что ранее, чем на других континентах, «кембрийский» взрыв разнообразия животных имел место на востоке СП [6] и охватывал сравнительно непродолжительный промежуток времени, то есть эволюционное развитие протекало ускоренными темпами [7]. «Кембрийский» взрыв объясняется приобретением мелкими морскими животными раковины и скелета в результате последовательного во времени действия, взаимодействия и сочетания ряда геологических и биологических факторов и событий в неопротерозое – раннем кембрии. Далее приведу и охарактеризую эти факторы и события, которые комплексно наиболее полно объясняют причины самого раннего «кембрийского» взрыва.

1. Известно, что во второй половине протерозоя и в кембрии СП находилась в приэкваториальной зоне, была отдельным континентом. Климат был теплым, близким к тропическому, а морские бассейны – эпиконтинентальными, с температурой воды от +28 до +32°C, благоприятными для развития жизни.

2. Существовали Алданская и Анабарская антеклизы, между которыми была субмеридиональная приподнятая вытянутая зона. На склонах этих и более мелких положительных структур были прогреваемые, мелководные хорошие условия для развития цианобактерий (ЦБ) и водорослей. В приподнятой зоне существовали субмеридионально ориентированные глубинные разломы, по которым в морские акватории могли поступать ювенильные растворы.

3. В неопротерозое – начале кембрия известны проявления рифтовых процессов и вулканизма, включая подводный, основного состава, калиевой специализации (по Б.Р.Шпунту). Следовательно, в водную среду поступали, помимо калия, глубинные углекислоты, кальций, фосфор, магний, железо, натрий, азот и другие биогенные

элементы. Присутствие в воде железа, должно быть, ускорило процесс фотосинтеза и привело к увеличению биомассы водорослевых сообществ. Приведенные выше условия среды весьма способствовали тому, что на СП в течение одного миллиарда лет процветали средо- и породообразующие микроорганизмы. В мезопротерозое (1,6-1,0 млрд лет назад) это были в основном ЦБ, а в тонии и криогении (1,0-0,65 млрд лет назад) неопротерозоя – преимущественно бентосные известковистые красные водоросли (родофиты) родов *Dzhelindia Kolosov, 1970* и *Chartchaica Kolosov, 1970*, а также зелёные водоросли. Указанные мезо- и неопротерозойские водные микроорганизмы произвели огромный объем кислорода, органического вещества, фотосинтетически фиксированных карбоната и фосфата кальция, захороненных в мощных (несколько сот метров) толщах; они играли главную средо- и породообразующую роль в экосистемах эпиконтинентальных бассейнов. В процесс фотосинтеза, кроме углекислоты и воды, вовлекались такие биогенные элементы, как азот, фосфор, калий, магний, кальций, железо. ЦБ и водоросли концентрировали их в клетках, колониях, талломах (слоевищах).

4. В связи с весьма продолжительным процветанием в докембрии ЦБ и водорослей произошло уменьшение содержания CO<sub>2</sub> в атмосфере и гидросфере. Оно явилось одной из причин похолодания на рубеже неопротерозоя и венда. За похолоданием последовала регрессия моря и массовое вымирание ЦБ – обитателей зоны литорали, любителей теплых водоемов. В позднем венде и кембрии, по аналогии с ролью современных ЦБ в водоёме, за их значительным сокращением можно предположить быстрое возрастание роли: 1) бактерий, очищающих водную среду, связывающих азот (животными азот усваивается только в связанной форме) и являющихся (в отличие от господствовавших ранее ЦБ) пригодной пищей для зарождающихся животных; 2) высокопродуктивных бентосных красных водорослей родов *Floribundaphyton Kolosov, 1975*, *Eriphyton Bornemann, 1886* и других, а также зелёных водорослей пластинчатой формы, обогащающих кислородом дно морских бассейнов. После попадания трупов ЦБ на дно бассейнов, их разложения, биогенные элементы благодаря редуцентам (бактериям) в мелководных морях в основном сохранялись. Они продолжали участвовать в биохимическом круговороте химических элементов. В итоге снижения активной вегетации ЦБ воды эпиконтинентальных поздневендских – раннекембрийских бассейнов СП стали: еще более населенными преимущественно бентосными красными водорослями (выжили похолодание, как обитающие в шельфе глубже, чем ЦБ) и бактериями, в том числе железобактериями; значительно прозрачными; не пресыщенными органическим веществом и, как следствие, – более кислородными. Лучи солнца проникали вглубь воды. Обогащению дна бассейнов востока СП кислородом кроме бентосных водорослей способствовали отмеченные выше похолодания, которые привели к охлаждению вод, возникновению течений (на это указывают онколиты, присутствующие на многих стратиграфических уровнях верхнего венда и нижнего кембрия). В результате перечисленных изменений значительная часть дна бассейнов стала фотической зоной. Следовательно, возможности для проявлений жизни в разных формах расширились.

5. В позднем венде на востоке СП произошла колоссальная трансгрессия моря (с охлажденной похолоданием водой) на довендские, преимущественно органогенные (ЦБ и водорослевые) известняки и доломиты. Воды, насыщенные свободной углекислотой (по причине массового отмирания ЦБ она в то время почти не извлекалась) и органическими веществами, соприкоснулись с упомянутого возраста ЦБ и водорослевыми карбонатными породами (например, мощными водорослевыми известняками, выделенными в ченчинскую и др. свиты), растворяли их, насыщали

бассейны фотосинтетически фиксированными карбонатом и фосфатом кальция – хорошими материалами для чехла известковым водорослям и скелета животным.

6. В результате трансгрессии произошло затопление склонов палеоподнятий востока СП, и при этом сохранение эпиконтинентальных условий (что очевидно из распространенности строматолитовых пород), и, в связи с этим, появление разнообразных экологических ниш, потенциальных биотопов.

7. Существование в холодноводной зоне открытого морского бассейна бесскелетных метазоа; присутствие среди них в конце венда – начале кембрия на северо-востоке СП микроскопических и мелких органикопокровных (например, как *Kursovia Kolosov et Rudavskaya*, 1984), эволюционно продвинутых, возможно, генетически пластичных животных.

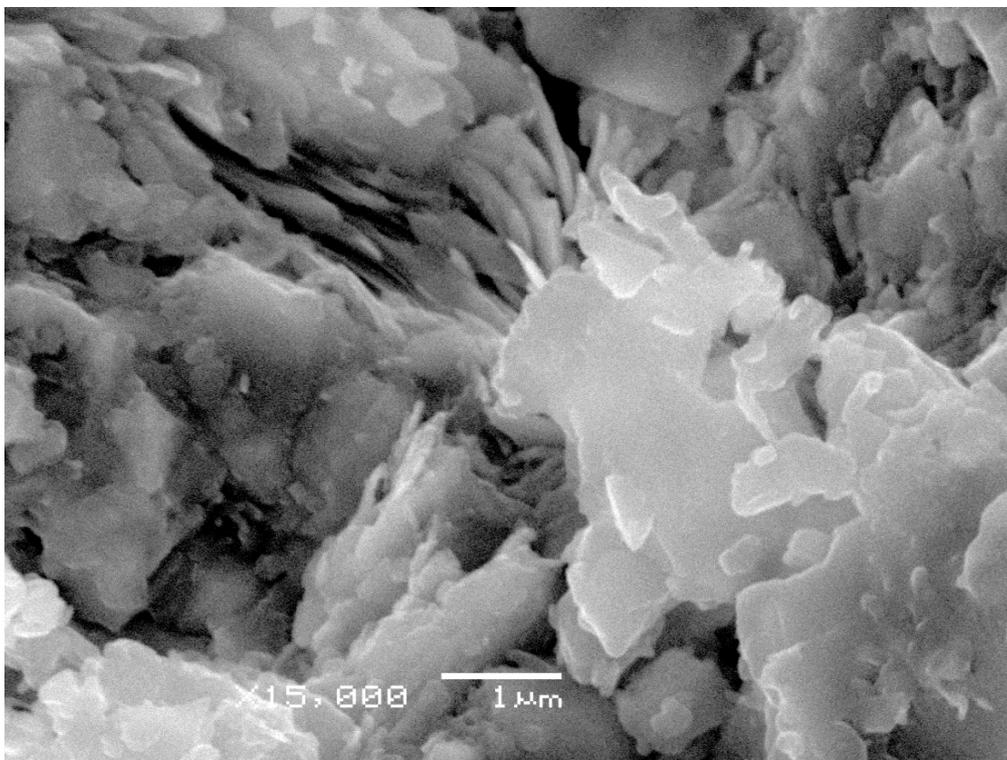
8. Симбиоз водорослей и животных хорошо известен во многих экосистемах. Водоросли обеспечивают животных кислородом, потребляют выбрасываемую углекислоту. В раннем кембрии мельчайшие одноклеточные родофиты могли селиться на органикопокровных животных, в процессе фотосинтеза физиологически подщелачивать свое окружение, вызывая тем самым выпадение  $\text{CaCO}_3$ . В 1996 г. профессор МГУ Ю.Т. Дьяков [1] сообщал, что рецентные красные водоросли в симбиозе, поселяясь на поверхности хозяина, впрыскивают свои ядра в его клетки, тем самым вытесняют хозяйские. Становясь не только экзосимбионтами, но и эндосимбионтами животных с органическим покровом, путем сложных биохимических превращений в клетках, факультативного гетеротрофного метаболизма, вероятно, способствовали биоминерализации органических покровов метазоа. Это одно из обстоятельств появления целого ряда раннекембрийских скелетных животных (моллюски, брахиоподы, губки, археоциаты и другие).

9. Одной из причин как низкого содержания кислорода, так и приобретения животными защитной раковины является быстрое размножение водных одноклеточных грибов (рис. 1). В венде и раннем кембрии СП в экосистемах эпиконтинентального морского бассейна грибов было очень много [2-5]. У них споры были наноразмеров и в бесчисленном количестве [4], и это способствовало весьма широкому распространению (присутствуют в венде востока СП в свитах: бюксской, тинновской, юдомской и хараюэттехской) и быстрому размножению. В неопротерозое одноклеточные водные грибы в венде и к началу раннего кембрия, паразитируя на ЦБ и водорослях (рис. 1), весьма значительно сократили их – основных производителей кислорода в те времена. На это указывает редкость в венде и раннем кембрии региона органогенных пород, происхождение которых связано с породообразующей деятельностью ЦБ и водорослей. То есть, низкое содержание кислорода в раннем кембрии СП (устное сообщение А.Ю. Журавлева в 2020 г. в интернете) связано также с интенсивным его потреблением всё теми же грибами. Известно, что одноклеточные грибы (дрожжи) характеризуются сильно выраженным аэробным обменом веществ.

## **Выводы**

Исходя из вышеизложенного, вполне логично считать, что, наряду со многими приведенными событиями, водные грибы – одна из причин массового приобретения раковины раннекембрийскими фаунами Сибирской платформы. В конце венда (эдиакария) - начале кембрия грибы, по-видимому, стали паразитировать в основном на водорослях и мягкотелых животных, питаться их органическим веществом. Одних

водорослей и бесскелетных животных эти грибы уничтожили («съели»), а других вынудили защититься от выедания путём новой эволюционной стратегии – массового приобретения раковины в раннем кембрии. ЦБ и водоросли кембрия для защиты от грибов приобрели известковый чехол.



**Рисунок 1.** Зелёные водоросли пластинчатой формы (на снимке серые) и одноклеточные водные грибы (на снимке светлые) венда Берёзовского прогиба Сибирской платформы

## Библиография

1. Дьяков Ю.Т. Роль эндосимбиозов в эволюции водорослей // Природа. 1996. № 6. С. 24-36.
2. Колосов П.Н. Грибы в венде Якутии // Материалы IX Чтений памяти А.Н. Криштофовича (15-17.11.2016). – Санкт-Петербург: Ботанический институт РАН, 2016. С. 11-12.
3. Колосов П.Н. Новые микроорганизмы из венда (эдиакария) Берёзовского прогиба (юг Сибирской платформы) // Палеонтологический журнал. 2016. № 6. С. 11-18
4. Колосов П.Н. Споры грибов в строматолитах венда (эдиакария) Якутии // X Чтения памяти А.Н. Криштофовича (23-24 сентября 2019 г., Санкт-Петербург, Ботанический институт им. В.Л. Комарова). – Санкт-Петербург: Ботанический институт РАН, 2019. С. 33.
5. Колосов П.Н. Разнообразие микроорганизмов в Берёзовском прогибе Сибирской платформы непосредственно перед «кембрийским» взрывом // Материалы XIV Международной научно-практической конференции «Новые идеи в науках о Земле» (3-5 апреля 2019 г., Москва) в 7 томах. Т. I. – М.: МГРИ, 2019. С. 140- 143.
6. Розанов А.Ю. Что произошло 600 миллионов лет назад. М.: Наука, 1986. 95 с.
7. Bowring S.A., Grotzinger J.P., Isachen C.E., Knoll A.H., Pelechaty S.M., Kolosov P.N. Calibrating Rated of Early Cambrian Evolution // Science, 1993. V. 261. P. 1293-1298.

**О некоторых итогах изучения изменчивости у атрипид (*Brachiopoda*) из девонских отложений Закавказья**

**Кочтыгов Н.С.\* (МГРИ-РГГРУ, [nkochtygov@mail.ru](mailto:nkochtygov@mail.ru)),  
Вайтиева Ю.А. (МГРИ-РГГРУ, [yulia.vaitieva@yandex.ru](mailto:yulia.vaitieva@yandex.ru)), Головастов Д.А. (МГРИ-РГГРУ, [goldan21@mail.ru](mailto:goldan21@mail.ru)), Измайлова А.А. (МГРИ-РГГРУ, [fenekmangi@gmail.com](mailto:fenekmangi@gmail.com)),  
Понов Е.М. (МГРИ-РГГРУ, [egor-porov02@mail.ru](mailto:egor-porov02@mail.ru)), Чужанова А.П. (МГРИ-РГГРУ, [alexandra@poranik.ru](mailto:alexandra@poranik.ru)), Комаров В.Н. (МГРИ-РГГРУ, [komarovmgri@mail.ru](mailto:komarovmgri@mail.ru))**

**Аннотация**

Установлено, что с возрастом у ряда изученных видов (*Spinatrypina* (*Spinatrypina*) *kasangulubachensis*, *Spinatrypina* (*Exatrypa*) *robusta*) отмечается последовательное ощутимое увеличение степени индивидуальной изменчивости очертаний раковин. У некоторых видов максимум изменчивости отмечается до геронтической стадии (у *Gruenewaldtia latilinguis* при длине раковин 21,0–24,0 мм, а у *Desquamatia* (*Seratrypa*) *abramianaе* при длине раковин около 32,0 мм), а затем изменчивость немного уменьшается. У *Spinatrypa* (*Isospinatrypa*) *aspera araxica* пик изменчивости формы раковин приходится на экземпляры, длиной около 18,0 мм, а затем существенно уменьшается. У всех видов онтогенез сопровождается последовательным уменьшением количества изометричных форм и увеличением вздутости раковин.

**Ключевые слова**

Брахиоподы, атрипиды, изменчивость, девон, Закавказье.

**Теория**

При изучении ископаемых организмов какой-либо группы всегда можно видеть, что разные экземпляры рассматриваемой популяции отличаются друг от друга, обладая теми или иными особенностями. Они могут быть случайными (патологическими, тератологическими, с признаками абиотического воздействия) или закономерными. Среди последних различают черты, связанные с онтогенетическим развитием и особенности, представляющие собой различные отклонения от нормы, точнее от некоего усреднённого представления о данной группе организмов. Указанные явления получили название изменчивости.

Принято различать возрастную и индивидуальную изменчивость. Дифференциация видовой популяции на формы с различными особенностями может быть также связана с половым диморфизмом. Если не учитывать способность морфологических признаков изменяться, то можно прийти к ошибочным заключениям об их систематической ценности.

В процессе переизучения коллекции девонских атрипид Закавказья, монографически описанных в [4], была целенаправленно проанализирована изменчивость очертаний раковин пяти видов, представленных большими выборками – *Spinatrypa* (*Isospinatrypa*) *aspera araxica* Komarov, *Spinatrypina* (*Spinatrypina*) *kasangulubachensis* Komarov, *Spinatrypina* (*Exatrypa*) *robusta* Copper, *Desquamatia* (*Seratrypa*) *abramianaе* Alekseeva et Komarov и *Gruenewaldtia latilinguis* (Schnur) [1–3, 5, 6]. Было установлено, что изменчивость указанных таксонов характеризуется как некоторыми общими чертами, так и рядом индивидуальных особенностей.

Выяснено, что самые маленькие экземпляры изученных видов, длиной 7,0–11,0 мм являются изометричными или почти изометричными, а также плоскими или очень плоскими ( $D/B=2,16-2,5$ ). Лишь у *Spinatrypa (Isospinatrypa) aspera araxica* маленькие раковины характеризуются преобладанием ширины над длиной ( $D/Ш=0,86$ ).

Начиная с длины 9,0–13,0 мм отмечается усиление изменчивости очертаний раковины, выраженное в разной степени.

#### Отношение длины раковин к ширине

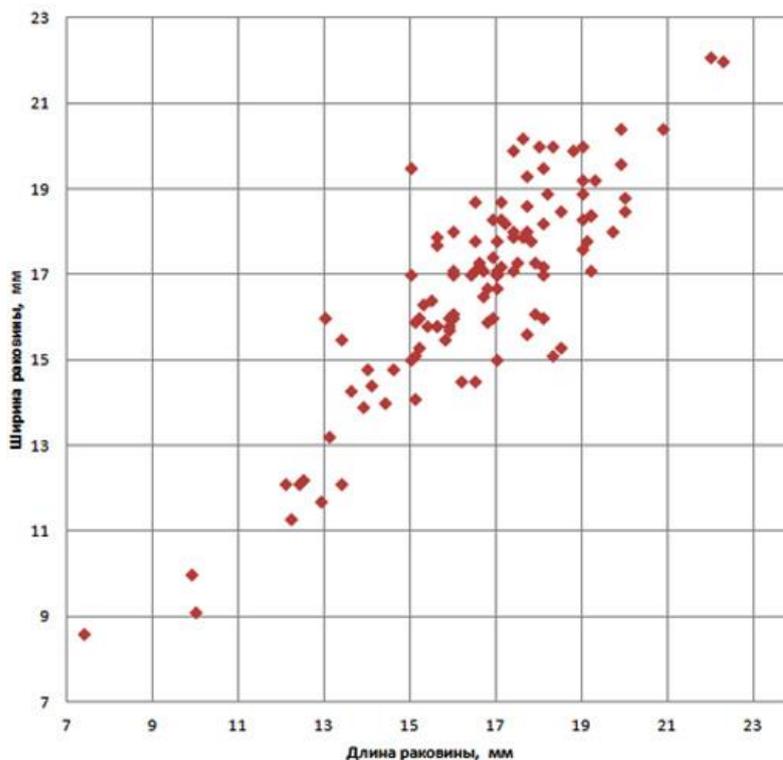
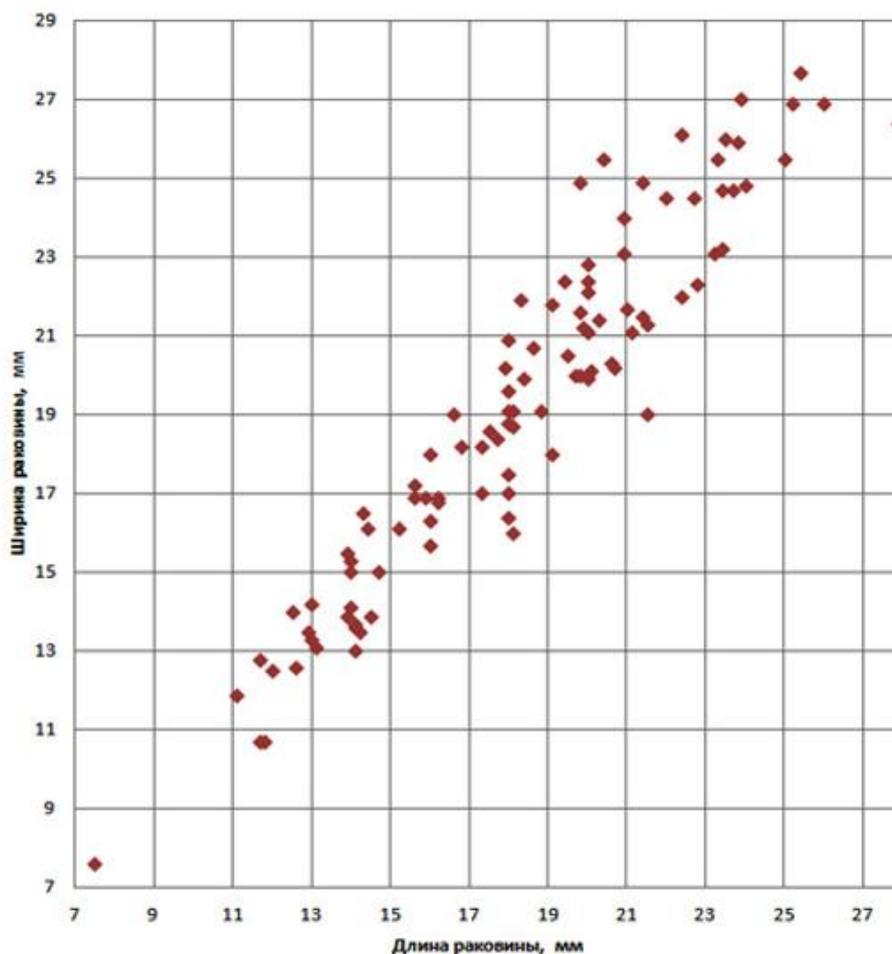


Рисунок 1. Отношение длины раковин *Spinatrypa (Exatrypa) robusta* Copper к их ширине.

У *Spinatrypa (Exatrypa) robusta* начиная с длины 12,0 мм до длины 18,0 мм, изменчивость увеличивается постепенно, примерно в равных пропорциях демонстрируя различные по очертаниям ( $D/Ш=0,89-1,08$ ) и степени выпуклости формы ( $D/B=1,6-2,33$ ) (рис. 1). Начиная с длины 11,0–12,0 мм раковины *Gruenewaldtia latilinguis* становятся немного более индивидуально изменчивыми. Помимо изометричных раковин среди них начинают встречаться как удлинённые, так и вытянутые в ширину формы. Начиная с длины 13,0 мм изменчивость очертаний раковин *Spinatrypa (Isospinatrypa) aspera araxica* также становится ощутимее (рис. 2). Помимо изометричных и удлинённых раковин начинают появляться и вытянутые в ширину. В диапазоне длины от 15,0 до 20,0 мм изменчивость очертаний их раковин достигает максимума ( $D/Ш=0,75-1,21$ ), причём преобладают экземпляры, вытянутые в ширину. Достигает максимума и изменчивость выпуклости раковин ( $D/B=1,31-2,42$ ). С возрастом, до длины 21,0 мм, увеличивается и изменчивость раковин *Desquamatia (Seratrypa) abramiana*, все из которых являются немного удлинёнными. У *Spinatrypa (Spinatrypa) kasangulubachensis* очертания и выпуклость раковины становятся более изменчивыми начиная с длины 9,0–11,0 мм, причём амплитуда изменчивости указанных параметров с возрастом, в целом, нарастает. Среди экспонатов данного вида примерно в равных пропорциях преобладают вытянутые в ширину и удлинённые раковины, изометричных экземпляров всегда меньше.

### Отношение длины раковин к ширине



**Рисунок 2.** Отношение длины раковин *Spinatrypa (Isospinatrypa) aspera araxica* Komarov к их ширине.

С точки зрения вздутости раковины, наблюдаются экспонаты от очень плоских до выпуклых. В дальнейшем по мере роста изменчивость проявляется у разных видов по-разному. Она может усиливаться и в дальнейшем в целом только нарастать. Так, у *Spinatrypa (Exatrypa) robusta* начиная с длины 18,0 мм изменчивость очертаний раковин ощутимо усиливается ( $D/W=0,79-1,13$ ) (рис. 1). При этом резко преобладают поперечно вытянутые сильно вздутые ( $D/W=1,36-2,29$ ) раковины. Начиная с длины 17,0 мм до длины 23,0 мм увеличивается и индивидуальная изменчивость очертаний раковин *Gruenewaldtia latilinguis* ( $D/W=0,84-1,48$ ), а количество собственно изометричных раковин сокращается. Начиная с длины 16,0 мм у *Gruenewaldtia latilinguis* увеличивается изменчивость выпуклости раковин. У *Desquamatia (Seratrypa) abramiana* изменчивость очертаний раковин в дальнейшем становится немного более выразительной и, уже не усиливаясь, наблюдается у раковин других возрастных стадий, среди которых примерно в равных пропорциях наблюдаются изометричные, удлинённые и вытянутые в длину экземпляры. На геронтической стадии раковины разных видов ведут себя по-разному. Среди геронтических особей *Gruenewaldtia latilinguis*, имеющих длину более 31,0 мм, встречаются только вздутые ( $D/W=1,45-1,6$ ) удлинённые раковины (которые преобладают) и изометричные экземпляры. Наиболее крупные экземпляры *Spinatrypa (Isospinatrypa) aspera araxica*, длина которых достигает 21,0–23,0 мм, являются почти изометричными и вздутыми ( $D/W=1,4$ ). Среди геронтических особей *Spinatrypa*

(*Spinatrypina*) *kasangulubachensis* длиной 18,0–20,0 мм примерно в равных пропорциях наблюдаются лишь удлинённые и вытянутые в ширину раковины.

## Выводы

С возрастом, у ряда изученных видов (*Spinatrypina* (*Spinatrypina*) *kasangulubachensis*, *Spinatrypina* (*Exatrypa*) *robusta*) отмечается последовательное ощутимое увеличение степени индивидуальной изменчивости очертаний раковин. У некоторых видов максимум изменчивости отмечается до геронтической стадии (у *Gruenewaldtia latilinguis* при длине раковин 21,0–24,0 мм, а у *Desquamatia* (*Seratrypa*) *abramiana* при длине раковин около 32,0 мм), а затем изменчивость немного уменьшается. У *Spinatrypa* (*Isospinatrypa*) *aspera araxica* пик изменчивости очертаний раковин приходится на экземпляры, длиной около 18,0 мм, а затем существенно уменьшается. У всех видов онтогенез сопровождается последовательным уменьшением количества изометричных форм и увеличением вздутости раковин. Для уточнения полученных выводов необходимо большее количество экземпляров, в особенности геронтической стадии развития.

## Библиография

1. Вайтиева Ю.А., Чужанова А.П., Комаров В.Н. Новые данные об изменчивости *Spinatrypa* (*Isospinatrypa*) *aspera araxica* Komarov (*Atrypida*, *Brachiopoda*) из верхнеэйфельских отложений Закавказья // *Инновации. Наука. Образование*. 2020. № 23. С. 1538–1542.
2. Головастов Д.А., Измайлова А.А., Комаров В.Н. Новые данные об изменчивости *Spinatrypa* (*Exatrypa*) *robusta* Copper (*Atrypida*, *Brachiopoda*) из франских отложений Закавказья // *Инновации. Наука. Образование*. 2020. № 24. С. 932–939.
3. Измайлова А.А., Головастов Д.А., Комаров В.Н. Новые данные об изменчивости *Gruenewaldtia latilinguis* (Schnur) (*Atrypida*, *Brachiopoda*) из верхнеэйфельских отложений Закавказья // *Инновации. Наука. Образование*. 2020. № 24. С. 916–925.
4. Комаров В.Н. *Девонские атрипиды Закавказья*. М.: Наука, 1997. 198 с.
5. Кочтыгов Н.С., Попов Е.М., Комаров В.Н. Новые данные об изменчивости *Spinatrypa* (*Spinatrypa*) *kasangulubachensis* Komarov (*Atrypida*, *Brachiopoda*) из живетских отложений Закавказья // *Инновации. Наука. Образование*. 2021. № 25. С. 370–376.
6. Попов Е.М., Кочтыгов Н.С., Комаров В.Н. Новые данные об изменчивости *Desquamatia* (*Seratrypa*) *abramiana* Alekseeva et Komarov (*Atrypida*, *Brachiopoda*) из франских отложений Закавказья // *Инновации. Наука. Образование*. 2021. № 25. С. 391–398.

***О необычных aberrациях у *Gruenewaldtia latilinguis* (Schnur) (Brachiopoda) из отложений зоны *Microspirifer diluvianoides* – *Radiomena irregularis* (верхний эйфель)***

***Закавказья***

***Красовская Б.П. \* (МГРИ-РГГРУ, b3lk@list.ru)***

**Аннотация**

Приведены новые данные о двух необычных aberrациях на раковинах атрипид *Gruenewaldtia latilinguis* (Schnur) (Brachiopoda) из отложений зоны *Microspirifer diluvianoides* – *Radiomena irregularis* (верхний эйфель) Закавказья, выражающихся в развитии дорсального синусовидного понижения и крупного, необычайно сильно изогнутого язычка.

**Ключевые слова**

Атрипиды, брахиоподы, aberrация, девон, Закавказье.

**Теория**

Скелетные остатки брахиопод встречаются в отложениях всех геологических систем, начиная с кембрийской. В течение палеозоя эти животные были широко распространены во многих фациях и нередко составляли основную часть донной фауны морских бассейнов; лишь начиная с мезозойской эры, число их постепенно сокращается. Такая длительность существования и колоссальное разнообразие брахиопод обуславливают их ценность для познания закономерностей развития жизни на Земле, для определения относительного геологического возраста вмещающих отложений, для синхронизации и сопоставления слоёв. Поэтому неудивительно, что многие стратиграфические подразделения, особенно палеозоя, обоснованы особенностями распространения именно брахиопод. Способность брахиопод приспосабливаться к существованию в разных фациальных условиях обусловила разнообразие морфологии их раковин. Поэтому морфофункциональное изучение особенностей их строения вместе с экологическими наблюдениями и определением условий залегания остатков брахиопод позволяют судить о характере среды их обитания и обстановке осадконакопления в древних морях [5].

При изучении ископаемых организмов какой-либо группы всегда можно видеть, что разные экземпляры рассматриваемой популяции отличаются друг от друга, обладая теми или иными особенностями. Они могут быть случайными (патологическими, тератологическими, с признаками абиотического воздействия) или закономерными. Среди последних различают особенности, связанные с онтогенетическим развитием и особенности, представляющие собой различные отклонения от нормы, точнее от некоего усреднённого представления о данной группе организмов. Указанные явления получили название изменчивости. Принято различать возрастную и индивидуальную изменчивость. Как правило, по мере роста раковины, который прослеживается отчетливо по линиям нарастания, ее створки несколько меняют форму и очертание. Часто только с возрастом на раковине появляются (или наоборот исчезают) синус и седло.

Возрастные изменения раковины следует отличать от индивидуальной (внутривидовой) изменчивости, свойственной всем организмам. Эта изменчивость особенно широко распространена у прикрепленных и неспособных активно

передвигаться форм, к которым относятся и брахиоподы. Все морфологические особенности раковины как внешние, так и внутренние в той или иной степени изменчивы на всех возрастных стадиях. Наиболее сильно уклоняющиеся формы иногда настолько отличаются одна от другой, что их можно было бы принять за отдельные виды, если бы они не были соединены рядом промежуточных форм и не встречались бы в одном месте. Иногда затруднения в определении систематического положения данной раковины могут встретиться из-за неправильной ее формы, не свойственной тому виду, к которому она действительно принадлежит. Это может быть связано с некоторыми случайными обстоятельствами существования. Так, иногда искажалась симметричная форма раковины вследствие тесноты поселения особей, особенно прикрепленных ножкой или прираставших – на раковине могли образовываться вмятины от соседних твердых предметов или одна сторона раковины недоразвивалась и т. д. Иногда искажение формы раковины было связано с ее повреждением хищниками – “залечиванием” поврежденного места и дальнейшим неправильным ростом раковины. Наконец, неправильность формы раковины могла быть следствием наступления общих для данной области обитания неблагоприятных условий. При этом рост раковины задерживался, на ней образовывались резкие, неравномерные уступы нарастания, которые могли сильно исказить типичную для данного вида форму раковины. Искажение формы раковины может быть и не прижизненным, а в результате деформации вмещающих слоев при последующих геологических процессах на данном участке земной коры. Независимо от перечисленных первичных и вторичных типов сохранности остатков брахиопод, они иногда приобретают совершенно несвойственную им искаженную форму вследствие тех или иных напряжений в пластах породы. Такая деформация выражается в сдавливании, растяжении, искривлении и т. д. формы остатков, как целых раковин, так и отдельных створок и их обломков, а также их отпечатков и ядер. Она особенно часто встречается в слоях, залегающих в зонах тектонических нарушений. Однако раковины могут быть раздавлены в процессе литификации породы и нередко в платформенных отложениях, залегающих спокойно. Определение таких деформированных раковин трудно и часто вызывает ошибки.

Значительно сложнее обстоит дело с тератологическими явлениями (уродствами), которыми обычно называют резкие спонтанные аномалии, являющиеся крайними вариантами изменчивости, свойственной отдельным видам. Для ископаемых остатков понять, с уродством мы имеем дело или нет, затруднительно. Это объясняется трудностью применения к брахиоподам генетического анализа и невозможностью в полной мере судить о степени наследуемости наблюдаемых аномалий и об их связи с теми или иными внешними или внутренними факторами. На примере многих систематических групп известно, что любые тератологические отклонения от нормы при всем их разнообразии имеют свою специфику, и при наличии достаточно больших выборок они становятся столь же важными для характеристики этих групп, как и “нормальные” признаки, учитываемые систематикой.

Эволюция этих аномальных признаков начинается с возникновения их в качестве редких неустойчивых вариаций, то есть вначале они имеют отчетливый статус отклонений по отношению к норме. Изучение последующей эволюционной динамики таких вариаций позволяет в ряде случаев проследить пути становления новых черт и одновременно избежать ошибки, связанной с неоправданным выделением уклоняющихся уродливых особей в самостоятельные таксоны.



**Рисунок 1.** *Gruenewaldtia latilinguis* (Schnur); а–б – экземпляр № 3/344 с дорсальным синусовидным понижением; в–ж – экземпляр № 3/345 с гипертрофированно изогнутым язычком. Длина масштабной линейки 2 см.

Девонские отложения Закавказья вот уже много лет привлекают неподдельное внимание специалистов. В общем комплексе ископаемых остатков важной группой являются брахиоподы отряда Atrypida, изучение которых позволяет решать самые различные вопросы палеонтологической тематики [1–4, 6–8, 11–13]. В ходе переизучения коллекции атрипид Закавказья, монографически описанных в [9], было обнаружено два экземпляра *Gruenewaldtia latilinguis* (Schnur) с необычными абберациями – индивидуальными случайными отклонениями в строении. Один из экземпляров был обнаружен на правом берегу реки Джаанам–Дереси в 1,5 км к юго–западу от горы Казма (разрез 58, слой 5), а другой на левом берегу реки Джаанам–Дереси в 459 м к северо–западу от горы Казма (разрез 600, слой 18). Номера разрезов и обнажений приводятся по [9]. Изученный материал хранится в геолого–палеонтологическом музее МГРИ под №№ 3/344, 345. Первая абберация выражена в появлении на раковине отчётливого дорсального синусовидного понижения (рис.1, а–б). Данное явление можно считать уникальным, так как в норме синусовидное понижение у представителей этого вида и других видов рода *Gruenewaldtia* возникает только на брюшной створке. Появление синусовидного понижения происходит у взрослых экземпляров. Передняя комиссура при этом становится сулькатной, может формироваться небольшой язычок. Вторая абберация заключается в развитии у другого экземпляра совершенно необычного, гипертрофированного широкого трапецевидного язычка (рис. 1, в–ж). Он очень необычным образом изгибается и прослеживается уже в пределах непосредственно спинной створки примерно на четверть её длины в сторону макушки. Новые данные расширяют наши представления о морфологии раковин атрипид. Они подтверждают тот факт, что если не учитывать способность морфологических признаков изменяться, то можно прийти к ошибочным заключениям об их систематической ценности и сделать неточное определение.

## Выводы

Выявленные случайные неправильности роста брахиопод не имеют значения для систематики, и выделение на основании этих индивидуальных уклонений новых

систематических категорий было бы ошибочным. Это, в крайнем случае, могло бы привести к необходимости давать название каждому экземпляру вида с малочисленной популяцией. Изучение неправильностей роста может оказаться важным для определения условий обитания форм с отклонениями в морфологии и тем самым для определения условий древнего осадкообразования.

## Библиография

1. Вайтиева Ю.А., Чужанова А.П., Комаров В.Н. Новые данные об изменчивости *Spinatrypa (Isospinatrypa) aspera araxica Komarov (Atrypida, Brachiopoda)* из верхнеэйфельских отложений Закавказья // *Инновации. Наука. Образование*. 2020. № 23. С. 1538–1542.
2. 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.
3. Головастов Д.А., Измайлова А.А., Комаров В.Н. Новые данные об изменчивости *Spinatrypina (Exatrypa) robusta Copper (Atrypida, Brachiopoda)* из франских отложений Закавказья // *Инновации. Наука. Образование*. 2020. № 24. С. 932–939.
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. Иванова Е.А., Сарычева Т.Г. Наставление по сбору и изучению брахиопод. М.: Издательство АН СССР, 1963. 79 с.
6. Измайлова А.А., Головастов Д.А., Комаров В.Н. Новые данные об изменчивости *Gruenewaldtia latilinguis (Schnur) (Atrypida, Brachiopoda)* из верхнеэйфельских отложений Закавказья // *Инновации. Наука. Образование*. 2020. № 24. С. 916–925.
7. 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.
8. 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.
9. Комаров В.Н. Девонские атрипиды Закавказья. М.: Наука, 1997. 198 с.
10. Кочтыгов Н.С., Попов Е.М., Комаров В.Н. Новые данные об изменчивости *Spinatrypina (Spinatrypina) kasangulubachensis Komarov (Atrypida, Brachiopoda)* из живецких отложений Закавказья // *Инновации. Наука. Образование*. 2021. № 25. С. 370–376.
11. 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.
12. Попов Е.М., Кочтыгов Н.С., Комаров В.Н. Новые данные об изменчивости *Desquamatia (Seratrypa) abramianae Alekseeva et Komarov (Atrypida, Brachiopoda)* из франских отложений Закавказья // *Инновации. Наука. Образование*. 2021. № 25. С. 391–398.

*Гетероморфные аммоноидеи в коллекции форм сохранности окаменелостей  
кафедры палеонтологии и региональной геологии МГРИ  
Кузнецова В.А.\* (МГРИ-РГГРУ, valya-kuznetsova-2002@mail.ru),  
Чужанова А.П. (МГРИ-РГГРУ, alexandra@nopanik.ru)*

### **Аннотация**

Приведены сведения о гетероморфных аммоноидеях, хранящихся в коллекции форм сохранности кафедры палеонтологии и региональной геологии МГРИ. Изучен их систематический состав, проанализировано учебно–методическое и научное значение.

### **Ключевые слова**

Гетероморфные аммоноидеи, формы сохранности окаменелостей, кафедра палеонтологии и региональной геологии МГРИ.

### **Теория**

Сложнейший путь органических остатков от момента гибели организмов в биосфере через их захоронение и фоссилизацию в литосфере называется тафономическим циклом [7]. В нём выделяют четыре основных этапа, на каждом из которых остатки живых существ подвергаются активному воздействию различных процессов. Большинство этих процессов не приурочено только к одному этапу, а начинает оказывать влияние уже в предшествующем или продолжает свою “деятельность” на последующем этапе. В результате неоднократного воздействия на исходный комплекс остатков организмов различных факторов в ходе всего тафономического цикла происходит искажение качественных и количественных соотношений, а также пространственного положения окаменелостей. На каждом этапе тафономического цикла доминирующую роль играет определённый комплекс факторов. На заключительном четвёртом этапе, после того, как местонахождение в результате различных процессов оказывается выведено на дневную поверхность, на первое место выходят такие факторы, как физический (механическая деструкция) и химический (растворение и замещение). Происходит изменение местонахождения в зоне поверхностного выветривания. При изучении ископаемых остатков важно не спутать их изначальную неполноту, которая существовала к моменту их захоронения, с вторичной неполнотой, связанной с разрушением (возможно многократным) древними эрозионными процессами уже сформировавшегося местонахождения [1, 5]. В результате тафономического цикла образуются ориктоценозы со структурой различной степени сложности. Именно они и являются источником фактического материала для палеонтологов. Биотические и абиотические факторы разрушения и захоронения организмов приводят к появлению разных форм (или типов) сохранности окаменелостей или, как их иначе называют, фоссилий (лат. fossilis – погребенный, ископаемый). По степени полноты и специфики сохранности существует следующая классификация форм сохранности: субфоссилии, эуфоссилии, ихнофоссилии, копрофоссилии, хемофоссилии и гастролиты [4].

Огромная коллекция различных форм сохранности окаменелостей, имеющаяся на кафедре палеонтологии и региональной геологии МГРИ, насчитывает несколько тысяч образцов [6]. Среди них сравнительно небольшую, но крайне важную часть составляют раковины гетероморфных аммонитов [3].

За почти 350 миллионов лет эволюции подкласса Ammonoidea возникали резко уклоняющиеся специализированные формы с раковинами самых причудливых очертаний. Такие аммониты называют гетероморфными, противопоставляя их обычным спирально-свернутым (мономорфным). Гетероморфные раковины характеризуются максимальным разнообразием типов навивания. Среди них выделяют раковины прямые, спирально-плоскостные с несоприкасающимися оборотами, спирально-винтовые, клубкообразные, спиральноконические на ранней стадии и разворачивающиеся на более поздних стадиях, спиральноплоскостные на ранних и крючкообразные на поздних стадиях, состоящие из нескольких прямых стволов с коленообразным перегибом между ними и т.д. Аммоноидеи (цератиты) с гетероморфной раковиной впервые появились в позднем триасе в момент максимальной регрессии морских бассейнов, вторично возникли в средней юре и наибольшего количества и разнообразия достигли в меловой период. Позднемеловое время – последняя эпоха существования подкласса аммоноидей – является наряду с этой эпохой расцвета гетероморфных аммоноидей. Образ жизни гетероморфных аммонитов остается дискуссионным и трактуется исследователями по-разному. В последнее время большинство специалистов склоняется к точке зрения о полупланктонном образе жизни для большей части гетероморф, а для меньшей части – о бентосном и nektonом, причём в течение онтогенеза ориентация раковины в пространстве, способ питания и экологическая принадлежность могли меняться [8]. Полупланктонный образ жизни гетероморф способствовал космополитному распространению многих таксонов практически во всех палеобиогеографических областях.

Подавляющее большинство образцов в учебной коллекции происходит из двух регионов. Большая часть из них была собрана в ходе проведения учебной геологической практики в Крыму в восточной части Бахчисарайского района, являющейся источником неиссякаемого и очень разнообразного палеонтологического материала [2]. Данный материал в подавляющем большинстве случаев происходит из отложений нижнего баррема (обсерваторская свита) и нижнего маастрихта (верхнебешкошская подсвита). Нижнебарремские формы собраны главным образом в окрестностях села Верхоречье на южном склоне горы Белая, а нижнемаастрихтские образцы происходят главным образом с южного склона горы Беш-Кош. Верхнеальбский *Anisoceras* sp. найден в отложениях чигирской свиты на правом борту оврага Шара на гряде Конского в небольшом заброшенном карьере непосредственно над ставком. Много экземпляров обнаружено также в урочище Аккыр южнее залива Кара-Богаз-Гол (Западная Туркмения) в нерасчленённых апт – альбских отложениях. Образцы, происходящие из других регионов, единичны. Общее количество гетероморфных раковин в коллекции составляет порядка 300.

Среди имеющегося материала с различной степенью уверенности определены представители родов *Anahamulina*, *Anisoceras*, *Audouliceras*, *Baculites*, *Hamites*, *Hamulina*, *Ptychoceras*, *Scaphites*, *Turrilites* (рис. 1). Некоторые экземпляры определить пока не удалось. Сохранность материала, как уже было отмечено выше, различна. Образцы представлены фрагментами раковин, неизменённых, иногда с сохранившимся перламутровым слоем, или подвергшихся замещению (пиритизация). Многочисленны внутренние ядра раковин или их частей (жилой камеры или фрагмокона). Ранние обороты спирали у образцов, как правило, не сохранились. На некоторых внутренних ядрах прямого ствола бакулитов и ядрах других гетероморф прекрасно видна лопастная линия.

Одним из наиболее эффектных экземпляров в коллекции является представитель аптского рода *Audouliceras* Thomel – специфической группы аммонитов, гетероморфность которых проявляется в наличии конечного крючка. Данный образец является самым крупным в учебной коллекции – его длина достигает 22 см. Он представлен крючком со значительной частью ствола, по всей видимости, занятых жилой камерой и характеризуется специфической анцилоцератидной скульптурой в виде рёбер (угол наклона которых у имеющегося образца по отношению к оси вентральной стороны – прямой) и грубых бугорков.



**Рисунок 1.** Некоторые гетероморфные аммоноидеи из коллекции форм сохранности окаменелостей кафедры палеонтологии и региональной геологии МГРИ. Длина масштабной линейки 5 см.

## Выводы

Гетероморфы являются очень эффективным, разносторонним материалом, позволяющим вместе со студентами успешно решать самые различные учебные задачи, связанные со многими проблемами палеонтологии, стратиграфии, исторической геологии. На примере гетероморф студенты узнают о трудностях процесса определения ископаемых остатков. Гетероморфы позволяют детально знакомиться со всеми главнейшими существующими формами сохранности. На их примере студенты учатся определять раковины и их фрагменты, внутренние ядра раковин, внутренние ядра фрагмоконов и жилых камер. Пиритизированные и лимонитизированные раковины туркменских гетероморф являются показательным примером сложных процессов фоссилизации ископаемых. На примере гетероморф студенты предметно знакомятся с целым рядом важнейших понятий, в частности с адаптивной конвергенцией, функциональной морфологией, проблемами вымирания. Гетероморфные аммониты с успехом могут быть использованы для выяснения особенностей палеогеографических обстановок и построения детальных экологических моделей. Обилие гетероморф,

широчайшее географическое распространение многих из них и часто относительно небольшая длительность существования отдельных таксонов делает их чрезвычайно важными для целей детальной биостратиграфии, что обсуждается со студентами в ходе изучения не только основ палеонтологии, но и общей стратиграфии. Образцы из рассматриваемой коллекции на многочисленных примерах дают студентам комплексное представление об очень широко распространённом явлении переотложения – асинхронном накоплении в танатоценозах перезахоронённых окаменелостей. Следует отметить, что гетероморфы находят применение не только в учебном процессе. Они активно используются для подготовки студентами докладов на различных научных форумах (Международная научно–практическая конференция “Новые идеи в науках о Земле”, Международная научная конференция молодых учёных “Молодые – Наукам о Земле”, Международная конференция студентов, аспирантов и молодых учёных “Геология в развивающемся мире”, Всероссийская открытая геологическая Олимпиада “Земля и Человек” и др.), для написания научных статей. Образцы гетероморфных аммоноидей очень востребованы при проведении различных интерактивных практикумов и мастер–классов, например, в рамках проекта “Университетские субботы в МГРИ”, выставок (в частности, организованной в рамках совместного проекта МГРИ и биологического факультета МГУ “Люди идут по свету”, выставки экспонатов музейного комплекса МГРИ), при подготовке сотрудниками кафедры палеонтологии и региональной геологии учебных коллекций для школ и других образовательных организаций.

## **Библиография**

1. Барсков И.С., Янин Б.Т. Методика и техника палеонтологических исследований: Учебное пособие. Часть I (Методика полевых палеонтолого–стратиграфических исследований). М.: Изд-во МГУ, 1997. 104 с.
2. Комаров В.Н., Павлидис С.Б. Научно–исследовательские работы палеонтологической тематики студентов МГРИ на основе материалов учебной геологической практики в Крыму – итоги двадцатилетия // Инновации. Наука. Образование. 2020. № 18. С. 480–489.
3. Кузнецова В.А., Комаров В.Н. Гетероморфные аммоноидеи в учебной коллекции кафедры палеонтологии и региональной геологии МГРИ // Инновации. Наука. Образование. 2020. № 19. С. 597–606.
4. Михайлова И.А., Бондаренко О.Б. Палеонтология. М.: Изд–во МГУ, 2006. 592 с.
5. Очев В.Г., Янин Б.Т., Барсков И.С. Методическое руководство по тафономии позвоночных организмов. М.: Изд–во МГУ, 1994. 144 с.
6. Чужанова А.П., Комаров В.Н. О коллекции форм сохранности окаменелостей кафедры палеонтологии и региональной геологии МГРИ и её учебно-методическом, научном и просветительском значении // Инновации. Наука. Образование. 2020. № 20. С. 690–701.
7. Янин Б.Т. Основы тафономии. М.: Недра, 1983. 184 с.
8. Reboulet S., Giraud F., Proux O. Ammonoid Abundance variations related to changes in trophic conditions across the oceanic anoxic event 1d (Latest Albian, SE France) // Palaios. 2005. V. 20. P. 121–141.

**Новые данные о следах жизнедеятельности сверлильщиков на раковинах девонских брахиопод отряда *Atrypida* Закавказья**

**Локтионов А.Д.\* (МГРИ-РГГУ, [shuralaktik@yandex.ru](mailto:shuralaktik@yandex.ru)), Вайтмиева Ю.А.\* (МГРИ-РГГУ, [yulia.vaitieva@yandex.ru](mailto:yulia.vaitieva@yandex.ru))**

**Аннотация**

Приведены данные о первых находках следов сверлений на раковинах девонских атрипид Закавказья. Обнаружены сверления трёх типов: крупные (до 1 мм в диаметре) вертикальные, мельчайшие (десятые и сотые доли миллиметра) вертикальные и крупные (до 0,7 мм в диаметре) горизонтальные. Сделан вывод о том, что сверлильщики были мелководными обитателями различного размера, иногда осуществлявшие свою деятельность на одних и тех же раковинах одновременно. Полученные данные свидетельствуют о том, что сверления оставили не хищники, а фильтраторы, использовавшие раковины брахиопод просто как субстрат для поселения.

**Ключевые слова**

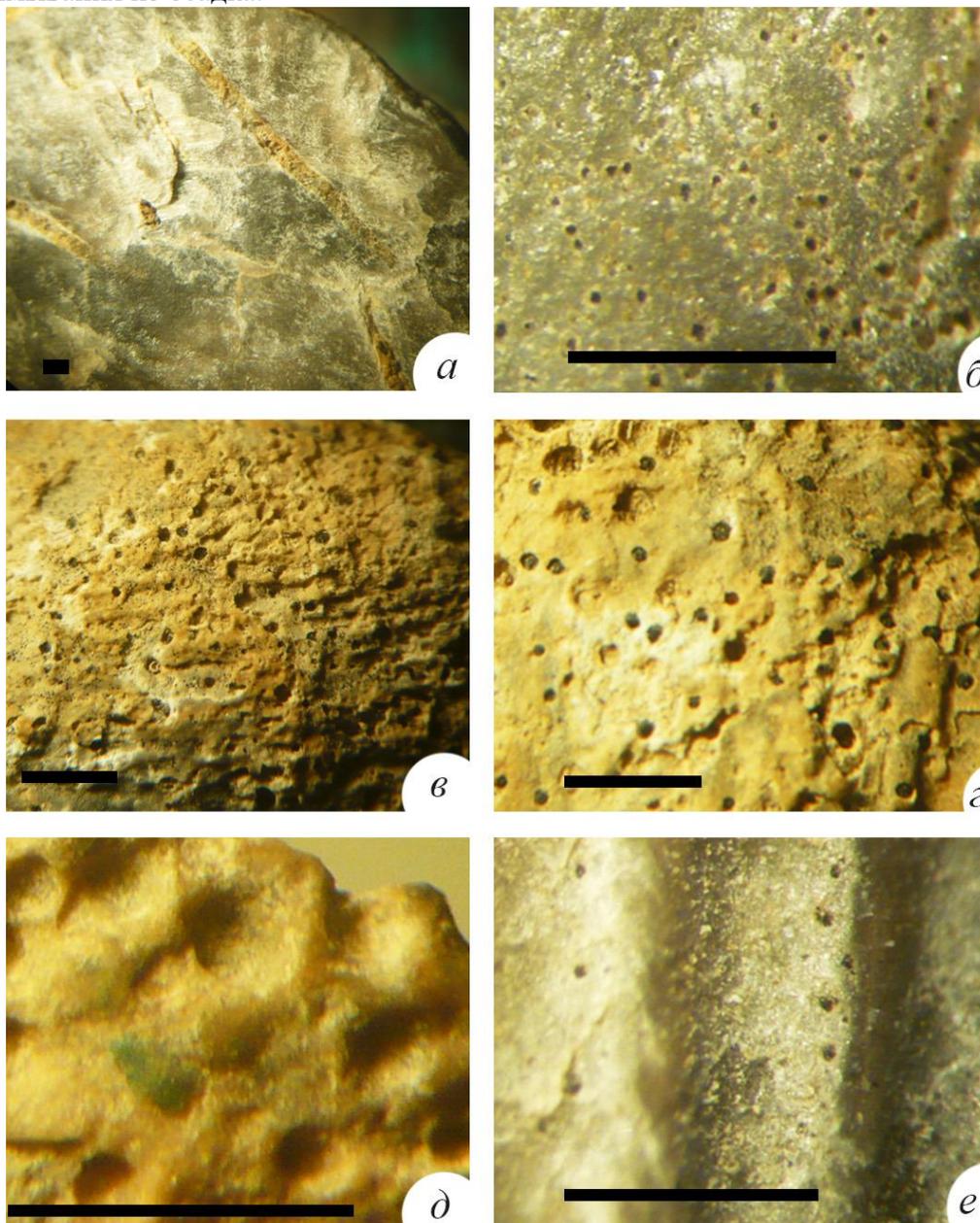
сверлильщики, брахиоподы, девон, Закавказье.

**Теория**

Девонские породы Закавказья содержат поистине уникальную по разнообразию ассоциацию ископаемых остатков. В общей ассоциации окаменелостей интересной группой являются атрипиды, монографически описанные в [2]. Анализ коллекционного материала позволил впервые обнаружить на поверхности раковины атрипид данного региона следы сверлений (рис. 1).

Всверливание организмов очень широко распространено и может осуществляться только при наличии твёрдого субстрата [1, 3–7]. Таким субстратом может быть или каменистое дно бассейна, или же отдельные твёрдые предметы на поверхности рыхлого грунта. Твёрдое дно бассейна может служить субстратом всверливания только в том случае, если оно свободно от наносов, поскольку наносы, закрывая входные отверстия сверлений, делали бы невозможным существование сверлильщиков. Отдельные предметы, источенные сверлильщиками, будь то обломки горных пород или раковины других беспозвоночных, указывают на то, что они длительное время не перекрывались осадками, что свидетельствует о медленном накоплении осадков или о перерыве осадконакопления и обусловившем его, например, донном течении. Огромную роль в растворении карбонатных скелетных образований играет химическая биоэрозия. Большое число различных организмов (водорослей, грибов, губок, полихет, членистоногих, брюхоногих и двустворчатых моллюсков, мшанок и др.) в результате биохимического воздействия (по-видимому, путем выделения углекислого газа) сверлят или точнее протравливают известковые скелеты организмов. Протравливание поверхности наружного скелета происходит как при жизни организмов в результате деятельности комменсалов и хищников, так и посмертно во время нахождения остатков на дне моря. Воздействию сверлильщиков подвержены также посмертные остатки, находящиеся в толще воды в состоянии некропланктона (например, раковины головоногих моллюсков). Химическое биотическое растворение скелетных остатков пропорционально времени нахождения остатков на поверхности грунта и особенно активно протекает на дне мелководной зоны моря, на участках с нормальной аэрацией и

хорошей освещённостью. Быстрое погребение остатков прекращает биоэрозию. Новая фаза биотического растворения остатка может иметь место только в случае его вымывания из осадка.



**Рисунок 1.** Следы жизнедеятельности сверлильщиков на раковинах брахиопод. Длина масштабной линейки 2 см.

Химическое биотическое растворение нарушает целостность скелетного образования благодаря возникновению внутри него всевозможных каналов и полостей, что приводит к усилению скорости обычного химического выщелачивания, так как увеличивается поверхность соприкосновения остатка с водой. Кроме того, уменьшается прочность скелета, что ведет к снижению его устойчивости к механическому воздействию среды, особенно в мелководной высокогидродинамической зоне моря.

Многие организмы всверливаются механическим путём, который часто совмещают с химическим растворением. Так, ряд двустворчатых моллюсков присасываются к субстрату ногой и совершают вращательные движения прижатым к

субстрату передним краем раковины. Такие сверлильщики или обладают на переднем крае раковины скульптурой из мелких зубчиков, или имеют раковину в форме сверла. Организмы, всверливающиеся механическим путём, могут сверлить не только известняки, но и другие породы.

Древнейшие следы сверлений известны, начиная с позднего докембрия. Уже с ордовика сверления, очень похожие на современные, становятся многочисленными (палеонтологи выделяют их в ихнород *Oichnus*). Как правило, сверления встречаются на раковинах брахиопод, но попадают также на гастроподах, на раковинах наутилоидей из отряда *Oncoserida* и на скелетных остатках других организмов. По характеру сверлений, величине их диаметра и форме можно судить, какими организмами они сделаны. Величина углублений и диаметра отверстий сверлений, произведённых сверлящими водорослями, червями и губками, обычно незначительных размеров. Сверления водорослей и губок часто имеют неправильные очертания, как в поперечном, так и в продольном сечении. Сверления червей чаще имеют V-образную форму, глубина их достигает 2,5 см.

Следы сверлений нам удалось выявить на раковинах атрипид *Desquamatia (Independatrypa) mikunovi* Komarov, *Atrypa (Kyrtatrypa) culminigera* Struve и *Gruenewaldtia latilinguis (Schnur)* в отложениях зоны *Mucrospirifer diluvianoides – Radiomena irregularis* (верхний эйфель), а также на раковинах *Spinatrypina (Exatrypa) robusta* Copper и *Desquamatia (Seratrypa) abramiana* Alekseeva et Komarov в породах зоны *Uchtospirifer subarchiaci–Cyphoterorhynchus arpaensis* (фран).

Сверления у *Desquamatia (Independatrypa) mikunovi* Komarov обнаружены только на брюшной створке (рис. 1, а). Сверления выполнены в горизонтальной плоскости, ориентированы в различных направлениях и являются прямыми в плане. Длина сверлений варьирует от 3 до 9 мм, при ширине до 0,7 мм. Друг от друга сверления расположены на расстоянии 3–4 мм. Вполне возможно, что данные образования являются не следами сверлений, а местами прикрепления каких-то поселенцев, немного утопленными в процессе их жизнедеятельности в субстрате.

У *Atrypa (Kyrtatrypa) culminigera* Struve наблюдались как относительно крупные, так и очень мелкие сверления. Крупные следы, обнаруженные на внутреннем ядре спинной створки у одного экземпляра (рис. 1, б), являются круглыми в плане, мелкими, от очень небольших до 1 мм в диаметре. Расположены сверления на различном расстоянии друг от друга – от очень небольшого до 2 мм. Крошечные сверления выявлены на спинной створке одного экземпляра, раковинный слой у которого немного разрушен. Форма сверлений круглая, размер составляет десятые и сотые доли миллиметра. Расположены сверления с различной степенью плотности, иногда очень тесно.

У одного экземпляра *Gruenewaldtia latilinguis (Schnur)* сверления выявлены на обеих створках (рис. 1, в, г). Они круглые или овальные в плане, мелкие, многие заполнены, по всей видимости, зёрнышками глауконита. Диаметр отверстий от крошечного до 0,6 мм. На некоторых участках сверления располагаются почти вплотную друг к другу, на других участках расстояние между ними достигает 2 мм.

На обеих створках одного экземпляра обнаружены сверления у *Spinatrypina (Exatrypa) robusta* Copper (рис. 1, д). Сверления мелкие, круглые или овальные в плане,

ничем не заполненные, диаметром 0,1–0,6 мм. Сверления расположены на различном расстоянии друг от друга – от очень небольшого до 1,2 мм.

У *Desquamatia (Seratrypa) abramiana* Alekseeva et Komarov сверления выявлены на спинной створке (рис. 1, е). Следы мельчайшего, в десятые и сотые доли миллиметра размера, неравномерно, иногда очень плотно расположенные. Сверления мелкие, часто заполненные, во всей видимости, зёрнышками глауконита.

## **Выводы**

Находки сверлений на спинных створках трёх экземпляров, свидетельствующие об их неподвижном положении на дне, позволяют предположить, что это было прижизненное поселение сверлящих организмов. У раковин атрипид брюшная створка обычно более плоская и на ней организму удобнее лежать на грунте. Обнаружение сверлений на противоположных створках раковин у двух образцов указывает на такие глубины, которые могли достигать поверхностное волнение или донные течения, приводящие раковины (как живых, так и уже погибших брахиопод) на некоторое время в движение. Однозначно свидетельствуют о посмертном поселении сверлильщиков находка следов их деятельности на внутреннем ядре *Atrypa (Kyratrypa) culminigera* Struve.

Установить систематическую принадлежность сверлильщиков затруднительно. Очевидно, что это были мелководные обитатели различного размера (оставляющие как крошечные, так и достаточно крупные сверления), иногда (как в случае с *Atrypa (Kyratrypa) culminigera* Struve) осуществлявшие свою деятельность на одних и тех же раковинах одновременно.

Существует мнение, что брахиоподы не представляли собой ценный пищевой продукт, компенсирующий ту энергию, которая требовалась для того, чтобы просверлить их довольно толстую раковину. Наличие следов сверления на раковинах брахиопод в этом случае объясняется результатом поселения паразитов, которые прикреплялись, чтобы подбирать остатки пищи брахиопод, или банально использовать их раковину просто как субстрат для поселения.

Полученные нами данные, в том числе большое количество совместно выявленных сверлений, часто их крошечный размер и, в ряде случаев, заведомое посмертное поселение, свидетельствуют о том, что мы, скорее всего, имеем дело не с хищниками, а именно с фильтраторами. Возможно, в дальнейшем, по мере накопления новых данных, появится иная, более точная трактовка описанного фактического материала.

## **Библиография**

1. Геккер Р.Ф. Введение в палеоэкологию. М.: Госгеолтехиздат. 1957. 126 с.
2. Комаров В.Н. Девонские атрипиды Закавказья. М.: Наука. 1997. 198 с.
3. Косенко И.Н. Следы сверления в раковинах двустворчатых моллюсков из верхней юры Приполярного Урала // Актуальные проблемы геологии нефти и газа Сибири. Материалы 2–ой Всероссийской научной конференции молодых учёных и студентов, посвящённых 85–летию академика А.Э. Конторовича. Новосибирск. 2019. С. 68–70.

4. 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.
5. Марковский Б.П. Методы биофациального анализа. М.: Недра. 1966. 271 с.
6. Микулаш Р., Дронов А. Палеоихнология – введение в изучение ископаемых следов жизнедеятельности. Прага: Геологический институт Академии наук Чешской Республики. 2006. 122 с.
7. Чужанова А.П., Комаров В.Н. О коллекции форм сохранности окаменелостей кафедры палеонтологии и региональной геологии МГРИ и её учебно–методическом, научном и просветительском значении // *Инновации. Наука. Образование*. 2020. № 20. С. 690–701.

***Предварительные данные о маркирующих горизонтах в нижнетриасовых отложениях восточной части Московской синеклизы***

***Морковин В.И.\* (МГРИ, shadow453@yandex.com), Логинов И.Д. (МГРИ, gulyasch007@mail.ru), Попов Е.М. (МГРИ, egor\_popov02@mail.ru).***

**Аннотация**

В результате проведенного исследования в составе некоторых свит, выделяемых в разрезе нижнетриасовых отложений восточной части Московской синеклизы, предварительно установлены маркирующие горизонты, являющиеся своеобразными реперами в разрезе нижнетриасовых отложений изучаемого района.

**Ключевые слова**

Московская синеклиза, нижнетриасовые отложения, маркирующий горизонт.

**Теория**

Восточная часть Московской синеклизы является геолого-структурным районом, где континентальные нижнетриасовые отложения представлены наиболее полно. В целом, они представляют собой сложно построенную толщу пестроцветных пород, состоящую из нескольких ритмопачек, которые отражают закономерно повторяющиеся в разрезе этапы осадконакопления (Строк и др., 1984).

Как правило, каждый ритм начинается косослоистыми песками с прослоями гравелитов и конгломератов, составленных местным или принесенным из дальних областей сноса материалов, представляющих собой русловые или дельтовые фации. Выше по разрезу они сменяются сильно песчанистыми глинами с частыми прослоями алевритов и алевролитов – пойменными фациями. И завершаются слоистыми или комковатыми глинами – озерно-болотными или старичными фациями.

В 2011 году была принята Уточненная субрегиональная стратиграфическая схема триасовых отложений, унифицированная для всей Восточно-Европейской платформы (Лозовский и др. 2011) В работе было закреплено расчленение нижнего триаса, по наземным позвоночным, на шесть горизонтов: вохминский, рыбинский, слудкинский, усть-мыльский, федоровский и гамский, объединяемых в два надгоризонта – ветлужский и яренский.

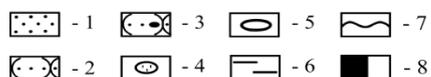
Нужно сказать, что в работах по стратиграфии континентального нижнего триаса последних лет мало внимания уделяется литостратиграфическим подразделениям. Особенно это касается мелких литостратонов типа «горизонтов песчаных линз», «конгломератовых горизонтов» и т.д., объединённых общим понятием - маркирующие горизонты.

Тем не менее, такие литостратоны, несмотря на относительно небольшое, а иногда и прерывистое распространение, помогают ориентироваться в стратиграфии района и способствуют более уверенному прослеживанию свит по простиранию, и часто обеспечивают привязку к определенному уровню в свите.

Проведя анализ описаний опорных разрезов и картировочных скважин, сделанных предшественниками (Блом, 1974), а также в результате собственных наблюдений, полученных в ходе полевых исследований среди свит нижнего триаса, на основании литологической специфики отдельных мелких литостратонов, можно предварительно выделить следующие маркирующие горизонты и пачки (Рисунок 1).

Серия	Свита	Подсвита	Литология	Палеомагн. Мощность, м.	Маркирующие горизонты и пачки	
Яренская	Гамская			14.5	- кора выветривания - сидеритовая пачка - верхний конгломератовый горизонт с галькой уральских пород	
	Федоровская			25	- нет данных	
Ветлужская	Березни-ковская			10	- нет данных	
	Слуджинская			42	- предберезниковский перерыв - горизонт светло-серых глин с песчаными конкрециями, в ядрах мацерированные кости позвоночных	
	Шилихинская			33.5	- нет данных	
	Вохминская		Верхняя		70	- средний конгломератовый горизонт с галькой уральских пород
			Нижняя			- нижний конгломератовый горизонт с галькой уральских пород

Условные обозначения:



**Рисунок 1.** Характерные маркирующие горизонты в составе нижнетриасовых отложений восточной части Московской синеклизы. Условные обозначения: 1 - пески; 2 – песчаники; 3 – конгломераты; 4 – песчаные конкреции; 5 - сидеритовые конкреции; 6 – глины; 7 – несогласное залегание; 8 – намагниченность, прямая/обратная.

Ветлужская серия

Вохминская свита, нижняя подсвита - «нижний конгломератовый горизонт»

Самым нижним маркирующим горизонтом в разрезе нижнего триаса изучаемого района видимо следует считать прослой конгломератов составленные преимущественно галькой уральских пород. Кремнями, кварцитами, яшмоидми размером до 6 см по

длиной оси, а так же гравием светлых верхнепермских мергелей, реже здесь так же встречаются гальки и обломки коричневато-красных глин до 20 см. Мощность прослоев конгломерата в песчаных ритмах достигает 1м.

#### Верхняя подсвета - «средний конгломератовый горизонт»

Слагающие верхнюю подсвету конгломераты имеют сходное строение. В их составе всегда присутствует галька уральских пород и гравий пермских мергелей, глинистые гальки имеют более скромные размеры, редко превышающие первые сантиметры. Часто в разрезах песчано-конгломератовые образования составляют целые пачки за счет сокращения глинистых ритмов, достигая мощности более 10 метров.

Выше по разрезу галька уральских пород в отложениях ветлужской серии не встречается.

Вохминская свита, с выделенными маркирующими горизонтами, простирается к западу примерно до меридиана Моломского структурного выступа, далее литология свиты меняется, и уральская галька исчезает из разреза. На востоке ее распространение ограничивается восточным бортом Вятско - Камской впадины, на юге - северным склоном Волго-Уральской антеклизы, на севере эти отложения известны до р. Вычегды. Далее, в сопредельном районе южной части Мезенской синеклизы, они выклиниваются.

#### Яренская серия

Гамская свита – «верхний конгломератовый горизонт», «сидеритовая пачка», «кора выветривания»

Верхний конгломератовый горизонт обнаруживается в составе песчаных линз гамского времени. Составляющие его конгломераты преимущественно представлены мелкой угловато окатанной галькой не более 2 см уральских пород. В составе - кремни, кварциты, яшмоиды, а также плоская галька местных глин размером до 7 см по длинной оси. Горизонт имеет дискретное строение и связан с русловыми фациями, сформированными речными потоками, приносившими, в том числе, и уральский каменный материал.

#### «Сидеритовая пачка»

Выше по разрезу располагается пачка зеленовато-серых, местами буроватых глин мощностью до 20 метров заключающая в себе прослой сидеритовых конкреций светло-серой окраски, покрытых с поверхности рубашкой из гидроокислов железа, размером от 0,1- 1м.

#### «Кора выветривания»

Завершает разрез нижнетриасовых отложений кора выветривания, состоящая из сильно элювированных охристых жёлтых глин мощностью до 0,3 м, сформировавшихся в предсреднеюрское время, в период, когда отсутствовало осадконакопление.

Проявления этих маркирующих горизонтов и пачек обнаруживается в верхнем течении р. Лузы, в среднем течении р. Вычегды, в бассейне р. Кобры, а также в верхнем течении р. Кама и на ее притоках и в сопредельном районе Мезенской синеклизы.

Таким образом, приведенные выше описания позволяют нам предварительно выделить среди отложений вохминской свиты ветлужской серии два маркирующих горизонта- «нижний конгломератовый горизонт» и «средний конгломератовый горизонт».

В составе гамской свиты яренской серии выделяются три маркирующих горизонта – «верхний конгломератовый горизонт», «сидеритовая пачка», «кора выветривания» (рис.1). Маркирующие горизонты распространены на обширной территории восточной части Московской синеклизы и Вятско - Камской впадины. Их литологическая специфика делает их легко узнаваемыми как в естественных разрезах, так и в керне картировочных скважин, что имеет большое значение при проведении геологоразведочных работ.

### **Благодарность**

Авторы выражают благодарность Комарову В.Н. (МГРИ) и Морковину Б.И. (ПИН РАН) за ценные указания при подготовке работы и руководство полевыми исследованиями.

### **Библиография**

1. Блом Г.И. Стратотипы нижнего триаса Московской синеклизы и Волжско-Камской антеклизы. М.: Недра, 1974. 115 с.
2. Лозовский В.Р., Олферьев А.Г., Новиков И.В., Миних М.Г., Миних А.В., Сенников А.Г. Уточненная субрегиональная стратиграфическая схема триасовых отложений запада, центра и севера Восточно-Европейской платформы (Польско-Литовская, Московская и Мезенская синеклизы, Вятско-Камская впадина). М.: ПИН РАН, 2011. 32 с.
3. Строк Н. И. и др. Верхнепермские и нижнетриасовые отложения Московской синеклизы. М.: Недра, 1984. 140 с.

***Литолого-фациальный анализ пород-коллекторов тюменской и шеркалинской свит (пласты ЮШ5 и ЮШ101) Западно-Тугровского нефтяного месторождения (ХМАО, Западная Сибирь)***

***Некипелов Д.В.\* (ФГБУ "ВНИГНИ", [hurricanewhite@mail.ru](mailto:hurricanewhite@mail.ru)), Ваганова А.А. (ФГБУ "ВНИГНИ", [sasha.vaganova@mail.ru](mailto:sasha.vaganova@mail.ru))***

### **Аннотация**

Проведен комплекс исследований, включающий в себя изучение геологического строения района работ (стратиграфия, тектоника, общие сведения об условиях седиментации), гранулометрический анализ, детальное макроскопическое описание керн и в итоге выявлена фациальная принадлежность отложений.

### **Ключевые слова**

Западная Сибирь, Западно-Тугровское месторождение, тюменская свита, шеркалинская свита, породы-коллекторы пластов ЮШ5 и ЮШ101, текстурно-структурные особенности, фациальная принадлежность отложений.

### **Теория**

Объектами изучения являются среднеюрский (ЮШ5) и нижнеюрский (ЮШ101) продуктивные пласты Западно-Тугровского нефтяного месторождения, которые считаются наиболее интересными объектами разработки в связи с заканчивающимися ресурсами в основных коллекторах Западной Сибири.

В административном отношении Западно-Тугровское месторождение находится в пределах Советского района Ханты-Мансийского автономного округа. Геологический разрез района исследований сложен терригенными породами осадочного чехла мезозойско-кайнозойского возраста (более 2600 м), несогласно залегающими на осадочно-вулканогенных образованиях доюрского комплекса [1].

Согласно тектонической карте центральной части Западно-Сибирской плиты [2] Западно-Тугровское месторождение находится в южной переклинали Сергинского куполовидного поднятия на стыке с Шеркалинским мегапрогибом.

Соответственно схеме районирования нижней и средней юры Западной Сибири [3] месторождение расположено во Фроловском районе Обь-Тазовской фациальной области. Пласты ЮШ5 и ЮШ101 выделяются в разрезе средней подсвиты тюменской свиты и верхней подсвиты шеркалинской свиты, соответственно. Первый имеет байосский возраст, второй – тоар-раннеааленский.

По данным палеогеографической схемы [6] на территории месторождения в раннем тоаре располагалась возвышенная равнина. Затем в позднеоарско-раннеааленское время сформировалась область континентального осадконакопления – низменная, аккумулятивная равнина (осадки русел, пойм, озер и др.) с гумидным климатом. Формирования отложений в байосе происходило условиях континентального осадконакопления в пределах аккумулятивной равнины при гумидном климате.

Породы тюменской свиты (пласт ЮШ5) представлены алевритовыми аргиллитами, мелкозернистыми сильно глинистыми алевролитами, мелко-тонкозернистыми алевритовыми песчаниками, с подчиненными слоями и прослоями тонко-мелкозернистых песчаников, мелко-крупно-, крупно-мелкозернистых алевролитов и углей (рис. 1, А). Песчаники и алевролиты со средней и хорошей степенью сортировки. Текстура пород, в основном, ритмичная полого-волнистая (ритмиты) с четкими слоями (часто тонкими), иногда нарушена оползанием и взмучиванием, неяснослоистая, слоеватая, реже – косо-волнистая. В алевролитах и аргиллитах наблюдаются стяжения сидерита. Некоторые слои в различной степени углистые. Породы характеризуются умеренным количеством углефицированного растительного аттрита, сечки, крупного и мелкого детрита, корневыми остатками пронизывающие отдельные слои породы. Нередко породы карбонатизированные.

Пласт ЮШ101 (шеркалинская свита) сложен сильно глинистыми мелкозернистыми, мелко-крупно- и крупно-мелкозернистыми алевролитами, средне-крупнозернистыми, крупно-среднезернистыми и средне-мелкозернистыми, иногда гравийными или гравелитистыми песчаниками с подчиненными слоями и прослоями грубо-крупнозернистых, крупно-грубозернистых, мелко-среднезернистых песчаников, мелко-тонко- и тонко-мелкозернистых песчаников, алевритовых аргиллитов и углей (рис. 1, А). В алевропесчаных образованиях сортировка частиц в основном средняя, но бывает, как хорошей, так и плохой. В песчаниках содержится галька, иногда в большом количестве. Развиты полого-волнистая, косо-волнистая, неяснослоистая, слоеватая и косая текстуры. Иногда алевритовые и тонкие песчаные породы вмещают сидеритовые мелкие стяжения, некоторые мелкозернистые алевролиты – слабо углистые. В образованиях содержится умеренное количество разноразмерных углефицированных растительных остатков, в том числе крупные древесные остатки. Часть пород в различной степени карбонатизирована.

Песчаники пласта ЮШ101 характеризуются более крупнозернистой структурой, чем песчаники пласта ЮШ5, а именно крупно-грубозернистой с примесью гальки и гравия, иногда прослоями до 29% крупного – материала. В породах пласта ЮШ5 песчаники средне-мелкозернистые алевритистые.

В зависимости от размеров зерен, текстурных особенностей, количества и разнообразия растительных остатков, парагенеза с другими породами, эрозионных контактов между породами, вторичных изменений минералов (например, сидеритизации) установлена фаціальная принадлежность изученных отложений [4, 5].

При исследовании пласта ЮШ101 выделены макрофации пойменных (АП) и русловых отложений речных долин (АР) (рис. 1, Б).

Для аллювиальных обстановок характерно процикличное двучленное строение отложений с выделением пойменных и русловых фации, накопившихся в пределах обширной долины рек меандрирующего типа, на что указывает существенная роль алевритоглинистых углистых отложений, формировавшихся в обстановках пойменной седиментации [7]. Эти отложения начинают разрез, иллюстрируя обстановку застойных и зарастающих стариц (возможно являются “шапкой” предыдущего аллювиального цикла). Затем их перекрывает русловый аллювий, являющийся «подложкой» для пойменных отложений, являющийся нижним горизонтом аллювиальной толщи. Пойменный аллювий образует верхний горизонт последней, заканчивая аллювиальный цикл старичными, а затем болотными отложениями.

При исследовании пласта ЮШ5 выделено 4 макрофации: пойменных отложений речных долин (АП), застойных и заболачивающихся озер (ОЗ), открытых озерных водоемов (ОВ), торфяных болот и сапропелевых озер (Т) (рис. 1, В). Особенностью озерных образований является неподвижная или малоподвижная среда осадконакопления и их частая сменяемость. Также отложения характеризуются ритмичным строением, умеренным или большим количеством растительных остатков, наличием отложений выносов рек. В пресноводных озерных (в отличие от соленых) фациях глинисто-алевритовые образования преобладают над хемогенными осадками [8].

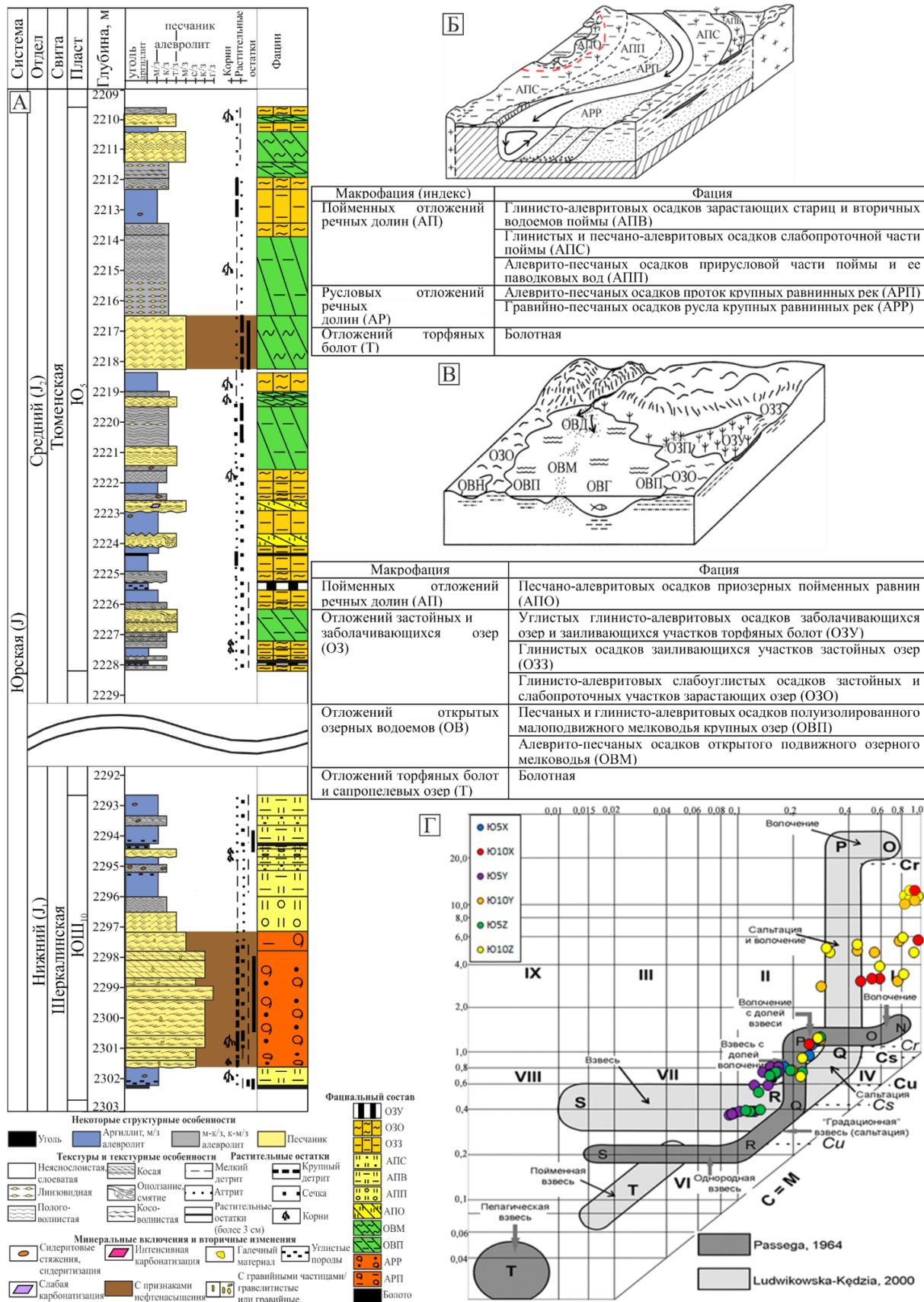
Пласт ЮШ5 сложен отложениями, образовавшимися в условиях застойных и заболачивающихся озер, сменяющихся обстановками открытых озер, иногда заливавшихся паводком. Частая смена фациальных обстановок и небольшая толщина их отложений согласуется с [8]. Предполагается, что формирование данного пласта происходило в неглубокой или прибрежной части крупного пресного озера, в котором временами уменьшался уровень воды, приводивший к зарастанию и заболачиванию.

Генетическая диаграмма Р. Пассеги (рис. 1, Г) [10] с дополнениями для речных отложений по М. Людвиковской-Кенджа [9] помогает выявить гидродинамический режим накопления среднеюрских отложений. Осадочный материал переносился посредством взвеси, взвеси с долей волочения, волочением с долей взвеси. Все это указывает на слабую, а иногда среднюю водную активность. По всей видимости, в стратифицированное озеро впадала река, и либо в поверхностном слое, либо на средних глубинах возникало стоковое течение [8].

Гидродинамика при образовании нижнеюрских отложений сильнее и разнообразнее. Тонкий материал осаждался из взвеси с долей волочения, волочения с долей взвеси, а крупный – сальтацией и волочением, самые крупные обломки – волочением. Все это характеризует бурную деятельность реки, эрозионно воздействующую на борта долины, образуя широкую пологую площадку. Энергия воды уменьшалась и более тонкий осадок смог осаждаться в образованной пойме, как показано автором [7].

Представленный материал позволяет сделать следующие выводы:

1. В строении основной части слоев пласта ЮШ5 преобладают ритмиты, а пласт ЮШ101 характеризуется более грубой структурой и проциклическим строением.
2. Сменяемость макрофаций в озерных отложениях происходила чаще, чем в речных.
3. Пласт ЮШ5 представлен отложениями, образовавшимися в условиях застойных и заболачивающихся озер, открытых озер, иногда заливающихся паводком. В разрезе шире распространены отложения застойного и заболачивающегося озера.
4. Отложения пласта ЮШ101 сформировались в условиях равнинной реки, достаточно крупной для образования пойменных отложений. В строении пласта наиболее широко всего распространены русловые отложения речной долины.



**Рисунок 1.** А – седиментологическая колонка скв. X, Б – блок-диаграмма аллювиальных отложений с расшифровкой (красный пунктир – фашия, встречаемая в ЮШ<sub>5</sub>) [5], В – блок-диаграмм озерных отложений с расшифровкой [5], Г – положение фигуративных точек песчаников пластов ЮШ<sub>5</sub> и ЮШ<sub>10</sub><sup>1</sup> из скв. X, Y, Z на диаграмме C–M [9].

## **Библиография**

1. Проект доразведки Западно-Тугровского месторождения. Тюмень, 2018. 444 с.
2. Шпильман В.И., Л. А. Солопахина, В. И. Пятков. Новая тектоническая карта центральных районов Западной Сибири. Изд-во «Путиведь», 1999. С. 96–115.
3. Решение 6-го межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири. Новосибирск: СНИИГГиМС, 2004. 113 с.
4. Алексеев В. П. Литологические этюды. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006. 149 с.
5. Алексеев В. П. Атлас фаций юрских терригенных отложений (угленосные толщи Северной Евразии). Екатеринбург: УГГУ, 2007. 209 с.
6. Конторович А. Э. и др. Палеогеография Западно-Сибирского осадочного бассейна в юрском периоде // Геология и геофизика. 2013. Т. 54, № 8. С. 972–1012.
7. Шанцер Е. В. Аллювий равнинных рек умеренного пояса и его значение для познания закономерностей строения и формирования аллювиальных свит. М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1951. 275 с
8. История озер позднего и раннего мезозоя (Серия: История озер СССР). Л.: Наука, 1987. 280 с.
9. Ludwikowska-Kędzia M. Ewolucja środkowego odcinka doliny rzeki Belnianki w późnym glacie i holocenie. Warsaw: Dialog Press, 2000. 180 pp.
10. Passega R. Grain size representation by CM patterns as geological tool // J. Sed. Petrol. 1964.V. 34. P. 830–847.

*Структурно-формационное районирование отложений триаса  
Западного Предкавказья и Северного Кавказа*

*Чаицкий В.П. (Кубанский государственный университет, geoskubsu@mail.ru),  
Попков В.И. (Кубанский государственный университет, geoskubsu@mail.ru), Попков  
И.В.\* (Кубанский государственный университет,  
e-mail: iv-porkov@mail.ru), Пинчук Т.Н. (Кубанский государственный университет,  
pinchukt@mail.ru)*

**Аннотация**

Выполнен формационный анализ триасовых отложений запада Скифской платформы. Произведено районирование территории с выделением структурно-формационных зон. Рассмотрена история развития триасовых седиментационных осадочных бассейнов.

**Ключевые слова**

Формации, корреляция, седиментация, осадочные бассейны.

**Источники финансирования**

Работа выполнена при поддержке РФФИ и Администрации Краснодарского края, проект 19-45-230005 р\_а.

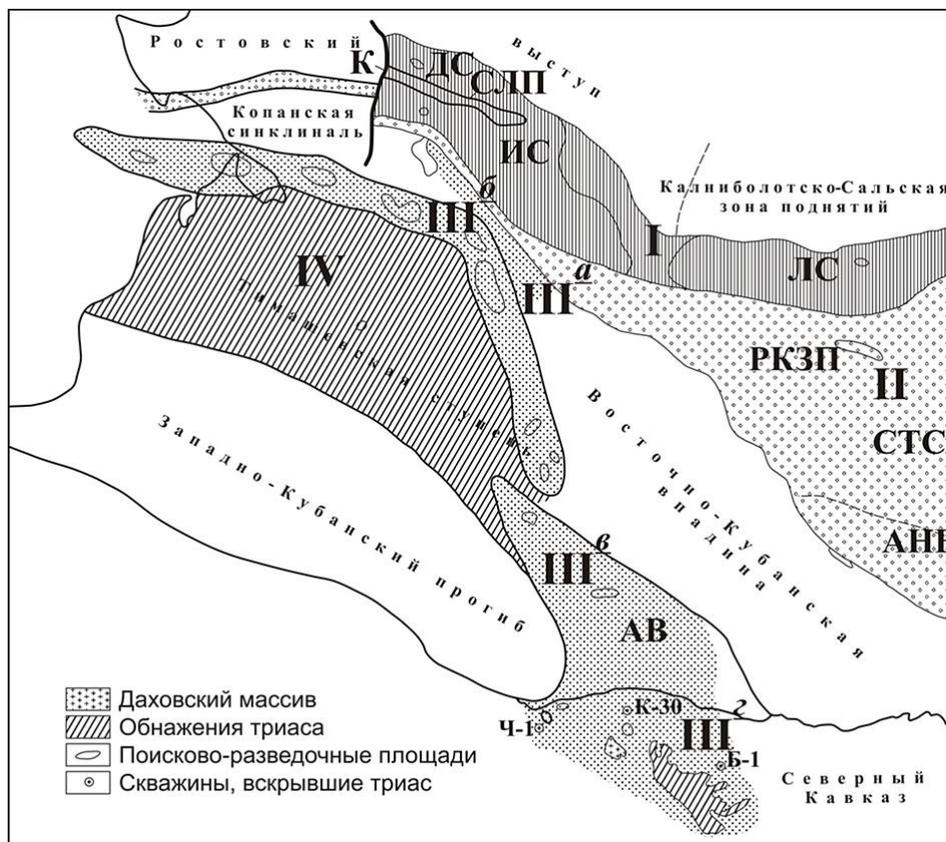
**Теория**

Детальные литолого-стратиграфические исследования отложений триаса запада Скифской плиты позволили расчленить мощный разрез на серии и свиты, выявить особенности их строения, формационный состав слагающих толщ, условия их залегания и восстановлением обстановок осадконакопления. Проведено районирование территории по типам разрезов. Выделены четыре зоны: Ирклиевско-Ладовская, Алексеевская, Азово-Кавказская и Тимашевская (рис. 1).

Ирклиевско-Ладовская зона расположена на стыке Восточно-Европейской платформы и Скифской плиты. Развитые здесь морские терригенные отложения нижнего и среднего триаса выделены в качестве морской сероцветной терригенной формации. Накопление ее происходило со второй половины индского и до середины ладинского веков в условиях углубляющегося морского бассейна. В более погруженной части бассейна разрез представлен преимущественно аргиллитами и алевролитами с подчинёнными прослоями глинистых мергелей и песчаников. В оленекских отложениях обнаружены дайки кварцевых диабазов, которые являются возможными каналами базальтов, приуроченных к верхнеанизийским-нижнеладинским отложениям. На Челбасской площади в верхней части разреза (староминская свита) вскрыты пласты базальтов мощностью от 6 до 20 м [3]. Севернее в прибрежно-морских условиях разрез ирклиевской серии сложен преимущественно песчаниками и аргиллитами с прослоями гравелитов и мелкообломочных конгломератов.

На разных участках зоны отложения перекрывается крыловской, великовечненской свитами или нижним мелом. Крыловская свита (верхнеладинский подъярус-карнийский ярус) сложена чередованием тонкослоистых аргиллитов,

алевролитов и песчаников, реже мергелей. Характерной особенностью свиты является наличие в разрезе дацитов, риодацитов и риолитов. На некоторых площадях, например, Староминской, скв. 100, вулканогенные породы резко преобладают в разрезе, образуя вулканогенную толщу в 670 м. На других площадях, например, Кугоейской вулканические породы отсутствуют. Данный комплекс пород выделен в качестве вулканогенно-терригенной формации.



**Рисунок 1.** Структурно-формационное районирование отложений триаса Западного Предкавказья и Северного Кавказа.

I – Ирклиевско-Ладовская зона: ДС – Добреньковская синклиналь; СЛП – Староминско-Ленинградское поднятие, ИС – Ирклиевская синклиналь, ЛС – Ладовская синклиналь, К – Канеловский разлом; II – Алексеевская зона: РКЗП – Расшеватско-Кропоткинская зона поднятий, СТС – Ставропольский свод, АНВ – Армави́ро-Невинномы́ский вал; III – Азово-Кавказская зона: IIIа – Ленинодарская подзона, IIIб – Каневско-Березанская подзона, IIIв – подзона Адыгейского выступа, IIIг – Кавказская подзона; IV – Тимашевская зона.

Завершает разрез триаса Ирклиевско-Ладовской зоны карбонатная формация норийского яруса (великовечненская свита). Разрез сложен известняками темно-серыми, тонкозернистыми, массивными, прослоями глинистыми с углистыми остатками. В строении формации принимают участие также темно-серые и серые, местами бурые доломиты и доломитовые мергели с редкими глинистыми прослоями.

В пределах Алексеевской зоны развиты красноцветные и пестроцветные континентальные обломочные отложения леушковской свиты, соответствующие грубообломочной красноцветной континентальной формации, сохранившейся от размыва в локальных депрессиях рельефа поверхности палеозойского фундамента [4]. Нижняя часть разреза свиты сложена конгломерато-брекчиями, гравелитами и крупнозернистыми песчаниками. На Расшеватской площади присутствуют валунно-

галечниковые отложения. Верхняя часть представлена переслаивающимися песчаниками, алевролитами и аргиллитами с прослоями гравелитов и мелкообломочной брекчии. Размер обломочного материала уменьшается вверх по разрезу. Отложения являются одного возраста с породами бамбакской свиты Северного Кавказа [5], но разные по условиям образования.

Азово-Кавказская зона расчленена на четыре подзоны: Ленинодарскую, Каневско-Березанскую, Адыгейского выступа и Кавказскую. Ленинодарская подзона сложена тонкослоистыми карбонатными отложениями березанской серии, а на отдельных участках – массивными известняками и доломитами великовечненской свиты. Вулканогенно-осадочные образования крыловской свиты и органогенно-обломочные известняки основания бейсугской встречены только на Граничной площади. В составе березанской серии выделены бузиновская и выселковская свиты, сложенные тонким чередованием глинистых известняков, мергелей и известковистых аргиллитов. Между ними залегает каневская свита, представляющая собой горизонт массивных органогенно-обломочных известняков с прослоем известняковой конгломератобрекчии. На некоторых площадях (Восточно-Крыловская, Березанская, Бриньковская, Граничная др.) вскрыты пласты базальтов. Серия представляет собой карбонатную формацию, которая охватывает верхнеиндский подъярус, оленекский и анизийский ярусы, нижнеладинский подъярус. В залегающей выше вулканогенно-терригенной формации крыловской свиты на Граничной площади обнаружен пласт андезитов мощностью 64 м.

Вышележащая терригенная (аргиллито-алевролитовая) формация верхнего триаса залегает с размывом на подстилающих отложениях. В ее составе преобладают аргиллиты при подчиненном значении алевролитов и редкими прослоями песчаников и известняков. Соответствует ясенской серии, сменяемой вверх по разрезу карбонатной формацией великовечненской свиты.

Характерной особенностью Каневско-Березанской подзоны является наиболее полный разрез морских верхнетриасовых отложений (аргиллито-алевролитовая формация) и редко вскрытые скважинами тонкослоистые известковистые осадки березанской серии, содержащие в верхней части разреза пласты базальтов выселковской свиты мощностью от 6 до 50 м. На отдельных площадях присутствуют вулканогенно-осадочные образования крыловской свиты, сменяемые нижними горизонтами ясенской серии.

Известняки великовечненской свиты имеют высокую карбонатность, характерную для рифовых образований. Предполагается, что такие известняки распространены вдоль Каневско-Березанского вала и северной окраины Тимашевской ступени.

Подзона Адыгейского выступа. На севере и юге выступа вскрыты под нижней юрой непрерывные разрезы бейсугской и крыловской свит, а также частично отложения среднего и нижнего триаса. На Майкопской площади встречены карбонатные отложения березанской серии и великовечненской свиты. Они же распространены на западном и северо-западном склонах выступа.

Тимашевская зона приурочена к одноименной ступени. В скважинах вскрыт разрез крыловской свиты (вулканогенно-терригенная формация). Максимальная мощность формации установлена на Тимашевской площади - 1134 м. В основании свита

сложена переслаивающимися песчаниками и аргиллитами (66 м). Выше залегают яшмовидные породы, радиоляриты и радиоляриевые аргиллиты (439 м). Ещё выше разрез представлен преимущественно дацитами с прослоями аргиллитов (300 м). Суммарная мощность пластов вулканических пород составляет 228 м. Верхняя пачка сложена переслаивающимися пластами дацитов и аргиллитов (329 м). Общая мощность вулканических пород 167 м. В пределах зоны изучены только отложения крыловской свиты, которые погружаются к югу. В этом же направлении увеличиваются мощности вулканических пород и кремнистость осадочных, в том числе за счет радиолярий, а также происходит фациальное замещение песчаников тонкими прослоями алевролитов. Все это указывает на углубление морского бассейна и удаление от области сноса обломочного материала.

## **Выводы**

Выполненное формационное расчленение триасовых отложений запада Скифской плиты существенно отличаются от предшествующих представлений по данному вопросу [1]. Триасовый цикл седиментации начался с накопления красноцветной терригенной формации нижнего триаса. В индском, оленекском и анизийском веках осадконакопление в Ирклиевско-Ладовской и Азово-Кавказской зонах происходило в разных фациальных условиях: в прибрежно-морских и мелководных в первой и относительно глубоководных во второй. Начиная с ладинского века, до норийского включительно седиментация в обеих зонах происходила в одинаковых мелководных условиях, а в пределах Тимашевской – в глубоководных. Осадконакопление сопровождалось излиянием магм различного состава. Завершается триасовый цикл седиментации накоплением карбонатной формации верхнего триаса.

## **Библиография**

1. Летавин А.И. Тафрогенный комплекс молодой платформы юга СССР. М.: Наука, 1978. 148 с.
2. Попков В.И., Пинчук Т.Н. Литология палеозойских отложений Западного Предкавказья // Геология, география и глобальная энергия. 2011. № 3 (42). С. 71–77.
3. Попков В.И., Чаицкий В.П., Попков И.В., Пинчук Т.Н. Строение ирклиевской серии триасовых отложений Западного Предкавказья // Геология, география и глобальная энергия. 2020. № 1(76). С. 38-45.
4. Чаицкий В.П., Попков В.И., Попков И.В., Пинчук Т.Н. Континентальные отложения нижнего триаса запада Скифской плиты // Геология, география и глобальная энергия. 2020. № 1(76). С. 57-66.
5. Чаицкий В.П., Попков В.И., Попков И.В., Пинчук Т.Н. Триас Северного Кавказа // Геология, география и глобальная энергия. 2020. № 2 (77). С. 11-21.

**Особенности строения отложений башкирского яруса в южной части Волго-Уральской НГП**

**Рахимова Е.В.\* (МГРИ им. С.Орджоникидзе, rahimovaev@mgri.ru),  
Агафонова Г.В. (МГРИ им. С.Орджоникидзе, НАЦ ФГБУ «ВНИГНИ»),  
agafonovagalina@inbox.ru)**

**Аннотация**

Проведенные исследования включают макро- и микроизучение отложений башкирского яруса опорных, поисково-оценочных и разведочных скважин Самарской и Оренбургской области. Выделены литологические типы пород и установлены их вторичные изменения.

**Ключевые слова**

Волго-Уральская НГП, башкирский ярус, известняки биоморфные, биоморфно-детритовые, органогенно-обломочные, оолитовые.

**Теория**

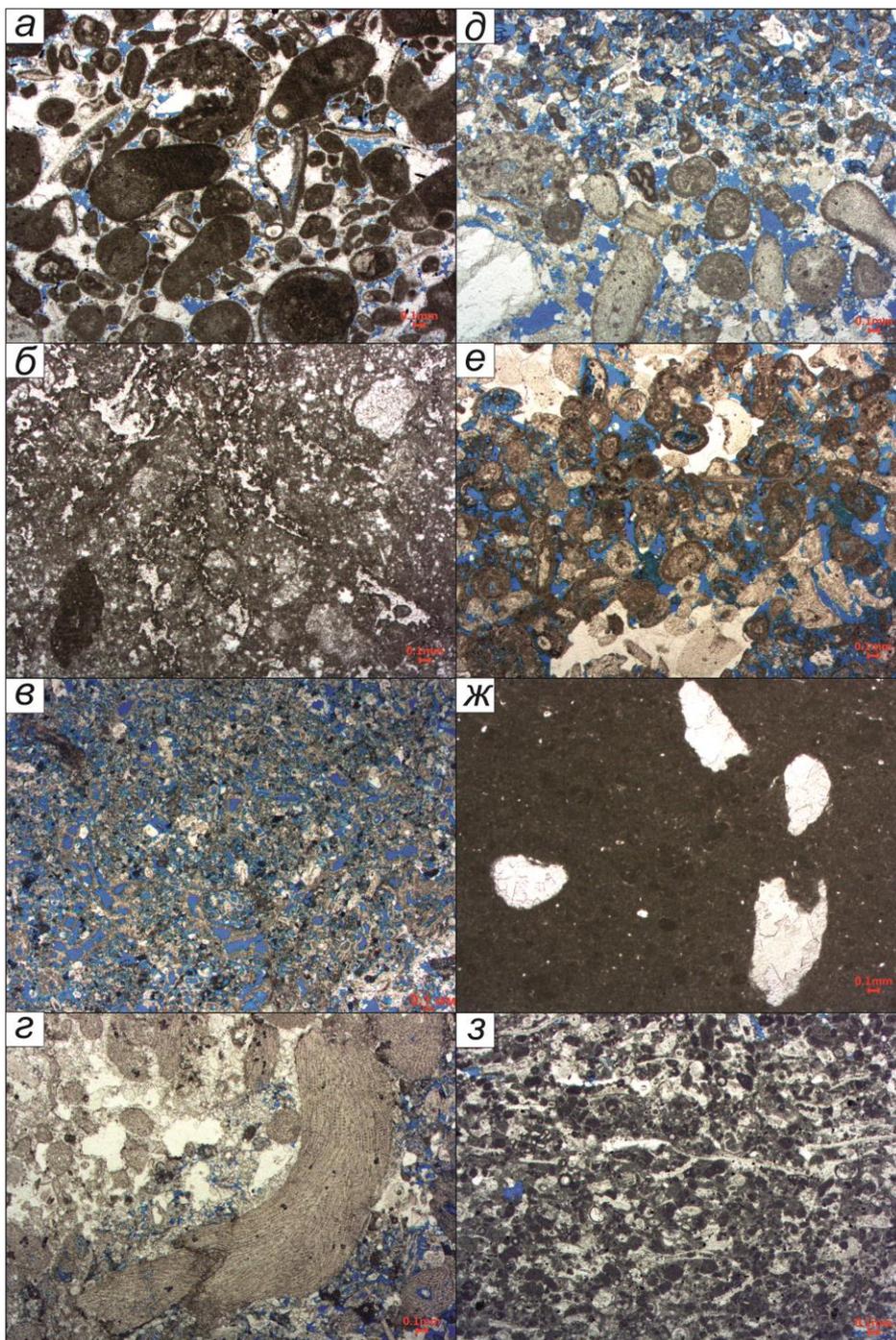
В 50-х гг. XX века в результате обработки керн опорных скважин (Мелекесская, Бузулукская, Ульяновская, Краснополянская и др.) были получены первые наиболее полные сводки по строению башкирского яруса в пределах Волго-Уральской НГП. В основу данной работы положен переинтерпретированный материал по опорным скважинам, а также новый материал поисково-оценочных и разведочных скважин, пробуренных в пределах Бузулукской впадины. Актуальность исследований определяется нефтегазоносностью башкирских отложений в пределах провинции и присутствию в них продуктивных горизонтов [1].

В пределах рассматриваемой территории отложения башкирского яруса сложены карбонатными породами - известняками и доломитами, с ограниченным распространением сульфатных - гипсов и ангидритов.

Среди доломитов выделяются 2 группы: седиментационные (микробиальные, пелитоморфные) и вторичные. Вторичные доломиты разделяются по размеру кристаллов: микрокристаллические, тонко-микрокристаллические с реликтами детрита, тонко-мелкокристаллические, средне-мелкокристаллические. Сульфаты представлены крупнокристаллическими гипс-ангидритовыми породами.

Среди известняков было выделено 6 структурных групп: 1. Известняки обломочные; 2. Известняки биоморфные; 3. Известняки детритовые; 4. Известняки органогенно-обломочные; 5. Известняки оолитовые; 6. Известняки комковатые (рис. 1).

В каждой группе выделяются структурные разновидности. Среди известняков обломочных разновидности выделяются по размеру литокластов (обломков известняков) - известняковые брекчии, конгломерато-брекчии, обломочные песчаные (рис. 1а), гравийно-песчаные. Среди известняков биоморфных по биоморфной составляющей выделяются - строматолитовые, микробиальные (рис. 1б), водорослевые, сложенные зелеными (рис. 1в) и багряными формами; среди известняков детритовых - по размеру и составу детрита – монодетритовые водорослевые (рис. 1г) и полидетрито-



**Рисунок 1.** Структурные типы известняков: а – обломочный песчаный разномерный; б – биоморфный микробный; в – биоморфный водорослевый; г – детритовый водорослевый; д – органо-обломочный поликомпонентный крупнозернистый, переходящий в мелкозернистый; е – оолитовый; ж – комковато-пелитоморфный; з – фораминиферо-водорослевый (биоморфно-детритовый).

вые. Известняки органо-обломочные делятся по составу и размеру органо-генных обломков: поликомпонентные (крупнозернистые (рис. 1д); средне-мелкозернистые фораминиферо-водорослевые; мелкозернистые; разномерные) и монокомпонентные (разномерные водорослевые). В известняках оолитовых (рис. 1е) выделяются оолитовые и зачаточн-оолитовые.

Структурные типы известняков связаны между собой переходными разностями что затрудняет установление конкретной обстановки осадконакопления их формирования. Так возникает сложность при диагностике известняков фораминиферово-водорослевых, попадающих в две крупные группы – биоморфно-детритовую (детритово-биоморфную) и органогенно-обломочную.

В детритово-биоморфном (биоморфно-детритовом) фораминиферово-водорослевом (водорослево-фораминиферовом) структурном типе (рис. 1в, г) форменные компоненты обычно не сортированы; грануляция отсутствует или слабо развита, в основном отмечается на раковинах мелких фораминифер; остатки багряных водорослей без признаков изменений; зеленые водоросли характеризуются хорошей и прекрасной сохранностью таллитов и их структурных деталей. Все компоненты соединяются между собой, образуя сплошную водорослевую массу, в которую погружены крупные и мелкие фораминиферы, створки брахиопод, членики криноидей сохраняются разноориентированно-расположенные кусочки таллитов. Материал-заполнитель представлен пелитоморфным (микросталлическим) кальцитом, который может и отсутствовать.

Известняки органогенно-обломочные фораминиферово-водорослевые (рис.1а) характеризуется следующими признаками: хорошей сортировкой основных компонентов, располагающихся в тонкой и мелкой, мелкой и средней фракциях; грануляцией всех компонентов, что позволяет хорошо видеть границу между компонентами и цементом; разной степенью окатанности; цементацией их явнокристаллическим кальцитом порового, базально-порового или регенерационного типа; регенерационная кайма иглокожих хорошо выражена по всему контуру обломка; отсутствием пелитоморфного (или микросталлического) карбоната, или его появление в количестве до 2%, что, скорее всего связано с разрушением таллитов. В органогенно-обломочных известняках отсутствуют «ажурные конструкции» из таллитов зеленых водорослей, так характерных для биоморфного типа.

Постседиментационные процессы еще более затрудняют диагностику фораминиферово-водорослевых известняков. Так, перекристаллизация таллитов зеленых водорослей приводит к формированию вторично-комковатых известняков (рис.1з). Важно установить являются ли комки седиментационным или постседиментационным продуктом. Диагностика комков разного происхождения вызывает затруднения из-за отсутствия для них четких диагностических признаков [2,3]. В известняках с разными структурами встречаются комки различного происхождения изометричной, неправильно изометричной, овальной формы, сложенные пелитоморфным кальцитом. Среди седиментационных компонентов выделяются - комки грануляции (характерные для органогенно-обломочных известняков (рис.1а)), комки микробиального происхождения (комковато-пелитоморфные известняки (рис. 1ж)), микрокополиты, среди постседиментационных – комки заполнения (характерные для детритово-биоморфных и биоморфно-детритовых известняков). Как комки могут быть интерпретированы интракласты - фрагменты пелитоморфного, частично литифицированного карбонатного ила. Во вторично-комковатых известняках преобладают комки заполнения (рис. 1з), которые образуются в результате выполнения пелитоморфным карбонатом камер раковин фораминифер, а также таллитов водорослей, с последующей перекристаллизацией стенок; и превращения их в агрегат явнокристаллического кальцита с обособлением комков заполнения. Форма комков заполнения в поперечных сечениях трубок водорослей – округлая, изометричная, в косых - овальная, размеры зависят от вида водоросли. Такие известняки при

использовании классификации Данхема Р.Х. [4], определяют как грейнстоуны, принимая комки заполнения за интракласты, а кальцит перекристаллизации за кальцит цементации. При детальном микроскопическом исследовании почти всегда в пределах шлифа можно найти разные стадии перекристаллизации водорослевых таллитов.

## **Выводы**

При изучении отложений башкирского яруса авторами было выделено 34 литологических типа пород и определены диагностические признаки, позволяющие отличать известняки фораминиферо-водорослевые органогенно-обломочные и фораминиферо-водорослевые биоморфно-детритовые (детритово-биоморфные). Кроме того, определена роль постседиментационных процессов в образовании вторично-комковатых известняков.

## **Библиография**

1. Агафонова Г.В., Зайцева Е.Л., Рахимова Е.В. Новые данные о строении отложений башкирского яруса в пределах южной части Бузулукской впадины // Экзолит-2020. Литологические школы России. Годичное собрание (научные чтения), посвященное 215-летию основания Московского общества испытателей природы. Москва, 25-26 мая 2020 г. Сборник научных материалов/ Секция осадочных пород МОИП, кафедра нефтегазовой седиментологии и морской геологии МГУ им. М.В. Ломоносова, под ред. Ю.В. Ростовцевой. Москва: МАКС Пресс, 2020. С. 89-91.
2. Максимова С.В., Полонская Б.Я., Розонова Е.Д. Методические указания по изучению постседиментационных изменений карбонатных пород нефтегазоносных областей. М.: ИГИРГИ, 1976. 58 с.
3. Рахимова Е.В., Агафонова Г.В. Особенности строения верхнедевонских известняков Жигулевско-Пугачевского свода (Самарская область). // Стратегия развития геологического исследования недр: настоящее и будущее (к 100-летию МГРИ–РГГРУ). Материалы Международной научно-практической конференции/Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ–РГГРУ). В 2 т. Т. 1. – М.: Издательство НПП «Фильтроткани», 2018. С.126-127.
4. Dunham R.J. Classification of Carbonate Rocks According to Depositional Texture. In: Ham, W.E., Ed., Classification of Carbonate Rocks, AAPG, Tulsa, 1962. P. 108-121.

***Новые сведения о геологическом строении территории междуречья рек Ассель и Ускалык Южного Предуралья)***

***Сысоева А.О.\* (ГИН РАН, AnastasiaOlegovnaSysoeva@yandex.ru)***

**Аннотация**

Цель исследования – геологическое картирование междуречья Ассель-Ускалык в Южном Предуралье. Район находится в пределах той части передового прогиба, где стратиграфический разрез представлен позднепалеозойскими образованиями: от верхнекаменноугольных (С3) до среднепермских (Р2). В результате проведённых работ были уточнены границы распространения толщ, в т.ч. типового разреза (мирового эталона) ассельского яруса. Составлены новая геологическая карта района масштаба 1:25000 и геологический разрез вкрест простирания структур.

**Ключевые слова**

Ассельский ярус, поздний палеозой, верхний карбон - средняя пермь, Южное Предуралье, Предуральский передовой прогиб.

**Теория**

Предуральский передовой прогиб (ППП) – отрицательная геологическая структура, сформированная в позднем палеозое и парагенетически связанная с герцинским Уральским орогеном. Для восточного борта южного сегмента ППП характерна интенсивная дислоцированность. Позднепалеозойские (каменноугольно – раннепермские) толщи смяты здесь в систему сопряжённых субмеридиональных складок, осложнённых продольными взбросами и надвигами. Эту складчато-надвиговую систему называют – Западноуральская зона линейных складок (ЗУЗЛС) [3]. В пределах расположенной в междуречье Ассель-Ускалык части ЗУЗЛС в 1951 г. В.Е. Руженцев выделил ассельский ярус [2], до сих пор являющийся элементом Международной стратиграфической шкалы [4] и Общей стратиграфической шкалы России [5].

В 2019 г. во время геолого-съёмочной практики РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина в этом районе были собраны новые геологические материалы, позволяющие по-новому взглянуть на геологическое строение этого важного района, отражённое на геологической карте [1].

Актуальность исследования объясняется необходимостью корректировки строения стратотипической местности мирового эталона ассельского яруса.

В междуречье Ассель-Ускалык с востока на запад происходит омоложение толщ от верхнекаменноугольных к среднепермским. Интересная особенность всех распространённых в районе пород – наличие в них битуминозности. В основании видимого разреза залегает чередование пелитоморфных известняков, кремней, мергелей, грубо-мелкозернистых песчаников, выделяемых как чумазинская\* толща (здесь и далее \* помечены названия, используемые нами). Выше залегают ритмичнослоистые (флишоидные) останцовая\* и абзановская толщи. Первая из них представлена серпентинито-обломочными гравелитами и грубозернистыми песчаниками, алевролитами и известняками. Мы предполагаем, что обломки серпентинитов – это продукты разрушения офиолитов зоны Главного Уральского разлома. Абзановская

толща сложена табачными песчаниками, алевролитами и кремнисто-карбонатными породами. Выше залегает зианчури́нская толща олистостромового строения, завершающая верхнекаменноугольную часть разреза. Толща сложена разноразмерными олистолитами микрозернистых известняков в карбонатном матриксе. В основании нижнепермского разреза залегают карбонатистые песчаники, алевроаргиллиты, пелитоморфные и органогенно-детритовые известняки с фораминиферами из рода *Schwagerina* (руководящая фауна ассельского яруса), выделяемые как саплайкская\* толща. Выше залегает ташерикская\* толща сакмарского яруса – пелитоморфные известняки с прослоями кремней. Этими породами сложен субмеридиональный хребет с вершинами (с юга на север) Альянка, Ташерик, Андреевка, Длинная (местное название хребта – Пермская стенка\*). Артинские образования в районе не известны. Разрез кунгурских образований имеет трехчленное строение и начинается карбонатно-глинисто-песчаной пачкой (зереклинская\* пачка), сменяющейся кверху толщей гипсов (сурашевская\* пачка), выше которой залегает песчано-глинистая юлдыбаевская\* пачка. Венчает разрез среднепермская петровская\* толща красноцветных грубообломочных пород, интерпретируемая как моласса.

Позднепалеозойские образования региона слагают два структурных этажа. В строении нижнего этажа участвуют аллохтонный (СЗ-Р1sm) и автохтонный (Р1k) комплексы, разделённые Зереклинским\* надвигом восточного падения. Верхний структурный этаж представлен недислоцированной среднепермской молассой.

Находки швагерин в ритмичнослоистой толще как к востоку, так и к западу от Пермской стенки\* позволяют утверждать, что сакмарская ташерикская\* толща, слагающая хребет, залегает в ядре крупной линейной изоклиальной синклинали.

## **Выводы**

Результаты исследования и основанные на них структурные выводы позволяют внести коррективы в представление о геологическом строении стратотипической местности ассельского яруса.

## **Благодарности**

Хотелось бы выразить огромную благодарность за помощь в исследовательской деятельности: д.г.-м.н. Кузнецову Н.Б. и д.ф.-м.н. Романюк Т.В. Преподавателям РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина: к.г.-м.н. Осипову А.В., к.г.-м.н. Милосердовой Л.В. и др.

## **Библиография**

1. Горянов В.А. и др. Государственная геол. Карта М-40-III. Саратов. 1962.
2. Руженцев В.Е. Нижнепермские аммониты Южного Урала. Аммониты сакмарского яруса, 1951, 209с.
3. Пучков В.Н. Палегеодинамика Южного и Среднего Урала. Уфа: ГИЛЕМ, 2000.
4. <http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-chart-timescale>
5. [http://www.vsegei.com/ru/info/stratigraphy/stratigraphic\\_scale](http://www.vsegei.com/ru/info/stratigraphy/stratigraphic_scale)

***Особенности эпигенетического преобразования песчаных пород-коллекторов  
Пур-Тазовской нефтеносной зоны***

***Черданцева Д.А.\* (АО ТомскНИПИнефть, cherdantsevada@tomsknipi.ru),  
Краснощекова Л.А. (НИ ТПУ, krasnl@tpu.ru)***

**Аннотация**

Лабораторные исследования кернового материала позволяют лучше понять строение месторождения и ответить на ряд вопросов, связанных с особенностями его формирования. В данной работе представлены результаты изучения вещественного состава и постседиментационных преобразований песчаных пластов коллекторов Пур-Тазовской нефтеносной зоны методом петрографического анализа шлифов с привлечением данных рентгенофазовых исследований пелитовой фракции пород. В статье приведены основные литологические характеристики нефтеносных песчаников из отложений нижнехетской, суходудинской, малохетской, яковлевской, долганской и дорожковской свит. Было установлено, что большая часть изученных продуктивных пластов сложена кварцевыми граувакками, аркозовыми и мезомиктовыми песчаными разностями. Авторами определена взаимосвязь между особенностями эпигенетического преобразования песчаников и составом их обломочной части. Проявилась эта взаимосвязь в активной каолинитизации мезомиктовых и аркозовых песчаников и преимущественной вторичной хлоритизации кварцевых граувакк. В результате исследования установлены основные процессы, повлиявшие на фильтрационно-емкостные свойства пород: вторичное разуплотнение, каолинитизация и карбонатизация песчаников. Наличие этих процессов говорит о регрессивно-эпигенетическом преобразовании терригенных отложений за счет высокой тектонической активности изучаемой территории. Были сделаны выводы о положительном влиянии вторичного разуплотнения и массовой каолинитизации на коллекторские свойства изучаемых песчаников, и о том, что наложенная карбонатизация способствовала формированию части современных флюидоупоров.

**Ключевые слова**

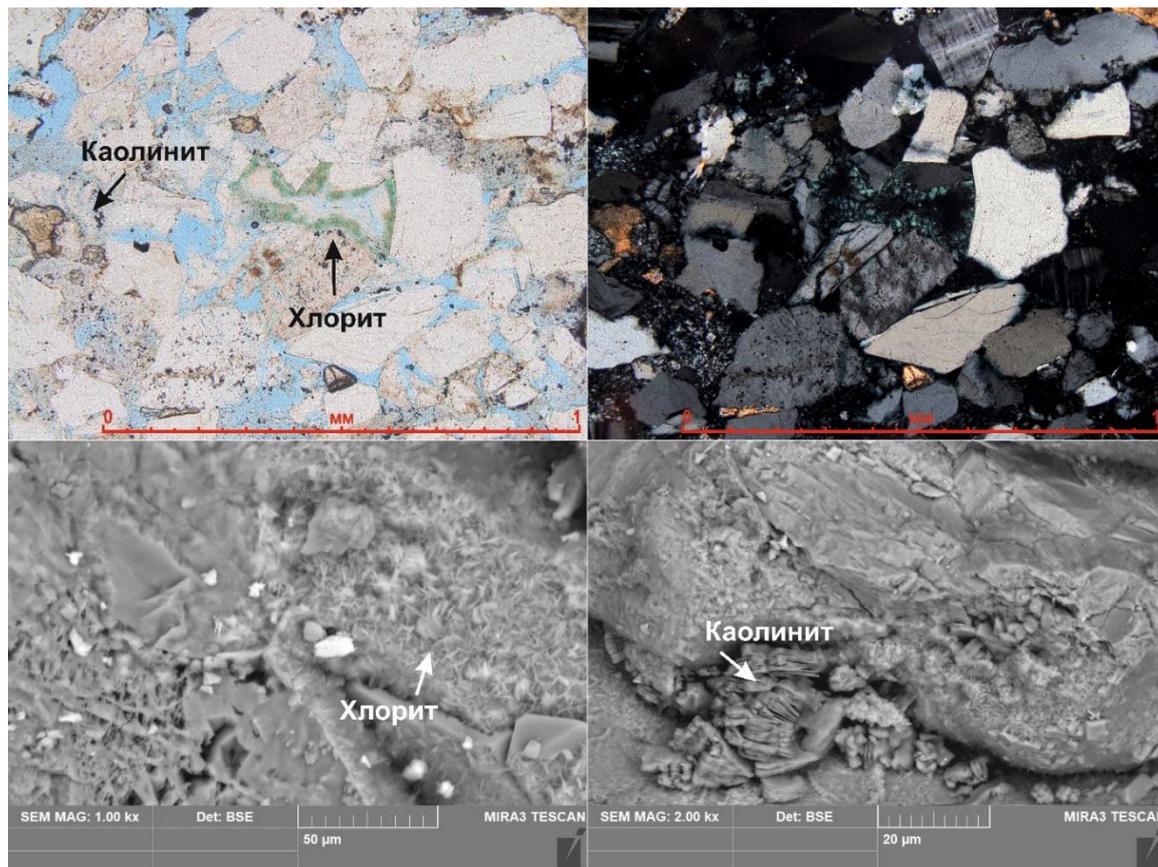
Песчаники, эпигенез, литология, фильтрационно-емкостные параметры

**Теория**

Туруханский центр нефтедобычи в России активно развивается, начиная с 2009 года; в его состав, помимо уникального Ванкорского месторождения, входят Лодочное, Тагульское и Сузунское месторождения Большехетского вала. Освоение всех месторождений Ванкорского кластера имеет важное стратегическое значение для российской экономики (Орлов, 2009; Кирюхин и др., 2011). Однако большинство опубликованных работ по литолого-петрографическому изучению пород относятся только к Ванкорскому и реже к Сузунскому месторождениям (Титов и др, 2019). Целью проводимого исследования являлось изучение вещественного состава и постседиментационных изменений нефтеносных песчаных пород Лодочного месторождения. Задачи исследования включали в себя установление основных литологических характеристик продуктивных песчаников и поиск их взаимосвязей с фильтрационно-емкостными параметрами изучаемых пород.

При проведении исследований авторами изучен керновый материал из 7 скважин общей протяженностью 2442,43 м и 513 прокрашенных синей эпоксидной смолой шлифов из 21 продуктивного пласта дорожковской, долганской, яковлевской, малохетской, суходудинской и нижнехетской свит Лодочного месторождения. При проведении петрографического анализа шлифов терригенных пород использовался поляризационный микроскоп Olympus VX-51. Гранулометрическая размерность обломков определена методом рассеивания лазерного луча с использованием анализатора крупности частиц «Microtrac S3500». Рентгенофазовый анализ (РФА) образцов горных пород проводился на рентгеновском дифрактометре RIGAKU Ultima IV. Исследуемые песчаные породы дорожковской, долганской, малохетской, суходудинской и нижнехетской свит по составу, согласно классификации песчаных пород В.Н. Шванова (1987), относятся, преимущественно, к кварцевым грауваккам; в отложениях яковлевской свиты преобладают аркозовые (верхнеяковлевская толща) и мезомиктовые (нижнеяковлевская толща) песчаные разности. Наиболее распространенная микротекстура в продуктивных песчаниках всех свит – ориентированная, ее формирование связано с субпараллельным расположением удлиненных обломочных зерен. Слойчатая микротекстура возникла как результат послонного обогащения пород чешуйками биотита, удлиненными выделениями органического вещества, пелитоморфными агрегатами сидерита, аксессуарными и рудными минералами. Часто отмечается нарушение первичной текстуры биотурбацией, встречаются фрагменты ходов роющих организмов, остатки корневых систем растений. Структура песчаников, чаще всего, мелко- и среднезернистая, встречаются тонко- и крупно-среднезернистые разности. В отложениях нижнеяковлевской толщи так же распространены и разнозернистые песчаники.

В исследуемых породах отмечается взаимосвязь между преобладающим минералом в цементирующей части песчаников и составом обломков. В цементе кварцевых граувакк из дорожковской, долганской и нижнехетской свит преобладает хлорит. В аркозах яковлевской и малохетской свит интенсивнее шло развитие каолинитового цемента. Это может быть связано с тем, что кварцевые граувакки изначально содержали в себе больше обломков вулканитов основного состава, по которым в последствии и шло формирование хлорита. В аркозах же было выше содержание полевых шпатов, за счет растворения которых активно образовывался каолинит. Наиболее развит поровый каолинитовый цемент в породах яковлевской, суходудинской и малохетской свит, среднее содержание которого в последней достигает 9,9 % при минимальном среднем значении 2,6% в песчаниках дорожковской свиты. Каолинит в изучаемых разрезах выделяется, по крайней мере, двух генетических типов: первый имеет преимущественно низкую степень кристалличности с беспорядочной ориентировкой чешуек, низким двупреломлением и агрегатным погасанием и генетически связан с глинистым неразделенным цементом и гидрослюдами, по которым развивается; второй тип имеет более упорядоченную структуру, микроагрегатное строение и более высокую степень раскристаллизации (рис. 1). Структура такого каолинита более совершенная по сравнению с каолинитом первого типа. Новообразованные кристаллы каолинита в седиментационном цементе освобождают часть порового пространства, создавая благоприятные условия для образования внутрицементной микропористости. Хлорит чешуйчатого строения имеет аллотигенный характер, пленочный хлоритовый цемент – аутигенный (рис. 1). Ведущую роль в его формировании сыграли хлоритизированные обломки пород и биотит. Формирование хлоритового цемента, вероятно, происходило постепенно, начиная с диагенеза и заканчивая этапами катагенетического преобразования пород.



**Рисунок 1.** Развитие чешуйчатого пленочного хлорита и хорошо раскристаллизованного каолинита в песчаных породах: верхняя часть рисунка – фотографии иллитов (слева без анализатора, справа с анализатором), нижняя часть рисунка – СЭМ-снимки во вторичных электронах (SE)

Основные преобразования в обломочной части связаны, как правило, с гравитационным уплотнением пород. Песчаники с изначально ориентированной микротекстурой стремятся сохранить субпараллельное расположение зерен, но при этом часть обломков пластичных пород постепенно подвергается деформации. Начинается формирование линейных, конформных и инкорпорационных контактов под воздействием постепенного прогрева и литостатического давления вышележащих толщ, сопровождающееся отжимом огромного количества флюидов из глинистых прослоев и пачек. Все отжатые из глин флюиды, мигрируя по коллекторам из центральной части бассейна, стремятся к его периферии, однако активная тектоника на изучаемой территории, разбившая бассейн на блоки, привела к тому, что в экранированных пластах возникли зоны аномального пластового давления. В идеале, с завершающих этапов диагенетического преобразования пород, должно было происходить их нарастающее гравитационное уплотнение, вплоть до раннего катагенеза с последующим снижением темпов и максимальным уплотнением пород в начале их метагенетического преобразования. На территории Лодочного месторождения усложнением для общеизвестной закономерности стали активные процессы аутигенеза, затормозившие процессы механического уплотнения пород; высокое давление в системе флюид-порода, связанное с экранированием хорошо проницаемых песчаных пластов вышележащими глинистыми пачками и блоковым строением месторождения; регрессивно-эпигенетическая децементация как результат активной тектоники региона. Процессы растворения минералов начались с момента диагенетического преобразования породы и

протекали на всем этапе ее развития. К дополнительной активации коррозионных процессов привело наложение низкотемпературных регрессивно-эпигенетических изменений в результате инверсионно-орогенных перестроек территории изучаемого бассейна (Япаскерт, 2016). Аутигенное минералообразование протекало на всех стадиях литогенеза. Максимальная активизация была, по-видимому, приурочена к условиям максимальных давлений и температур в пластах (этапы позднего катагенеза – раннего метакатагенеза).

## **Выводы**

Изучение вещественного состава песчаных пород с использованием данных петрографических исследований в совокупности с гранулометрическим и рентгенофазовым анализами образцов позволило провести стадийный анализ отложений и выявить взаимосвязь между вещественным составом пород и их пористостью и проницаемостью. Было установлено, что источником для формирования аутигенных хлоритов послужили катагенетически преобразованный биотит и обломки метавулканитов в граувакках дорожковской, долганской, суходудинской и нижнехетской свит. В цементе аркозовых песчаников яковлевской и малохетской свит наиболее развит аутигенный каолинит. Важную роль в улучшении коллекторских свойств меловых песчаников на территории Пур-Тазовской нефтегазоносной области сыграли регрессивно-эпигенетические процессы. Сделано предположение, что появление разрывных нарушений на территории месторождения в результате тектонических подвижек привело к формированию отдельных блоков, которые, в свою очередь, испытывали погружения вперемешку с инверсионными воздыманиями. Это способствовало постепенной фильтрации по трещинам кислых, вступавших в контакт с нефтяными залежами, чужеродных по химизму вод, которые активизировали процессы растворения полевых шпатов и вторичной цецементации песчаных пластов. В образовавшейся в межпоровом пространстве благоприятной среде началось формирование агрегатов аутигенного каолинита. При перекристаллизации и замещении каолинит формировал пакетобразные агрегаты, заполняющие поры и пустоты. Крупные каолинитовые пакеты в поровом пространстве располагались под различными углами друг к другу, что приводило к образованию вторичных пустот – межпакетных пор, в которых в последствии накапливалось нефтяное вещество.

## **Библиография**

1. Кирюхин Л.Г., Кулехина Е.А., Хакимов М.Ю. Геологическое строение и нефтегазоносность Большехетского вала. // Вестник РУДН, серия Инженерные исследования. 2011. № 1. С. 115-119.
2. Орлов В.П. Новые центры сырьевого обеспечения экономического роста на период до 2030 года // Мин. ресурсы России. Экономика и управление. 2009. № 3. С.2-4.
3. Титов Ю.В., Шайхутдинова Г.Х., Астаркин С.В., Колпаков В.В., Кожевникова Н.В. Постседиментационные преобразования нижнемеловых отложений Большехетской впадины (Западная Сибирь) // Литосфера, 2019, том 19, № 1, С. 48–58.
4. Япаскерт О.В. Стадийный анализ минеральных свидетелей динамики процессов формирования и эволюции вещества осадочных пород – перспективное научное направление литологии и нефтегазовой геологии. Георесурсы. 2016. Т. 18. № 1. С. 64-68

**«Новые данные о процессах фоссилизации раковины белемнитов»**  
**Шпилева Е.С.\* (МГРИ-РГГРУ, shpil-ka02@yandex.ru), Вайтиева Ю.А.\* (МГРИ-РГГРУ, yulia.vaitieva@yandex.ru)**

### **Аннотация**

Приведено описание фрагмента скелета белемнита уникальной сохранности. Сделан вывод о том, что он образовался в осадке на ранних стадиях диагенетического перераспределения вещества в восстановительных геохимических условиях ниже границы раздела осадка с поверхностными водами в местах разложения органического вещества во фрагмоконе.

### **Ключевые слова**

Белемниты, фрагмокон, проостракум, ростр, пиритизация.

### **Теория**

К белемнитам относятся вымершие колеоидеи с опорным внутренним скелетом, состоящим из трех частей – фрагмокона, проостракума и ростра. В ископаемом состоянии обычно сохраняется ростр, как наиболее прочный элемент скелета.

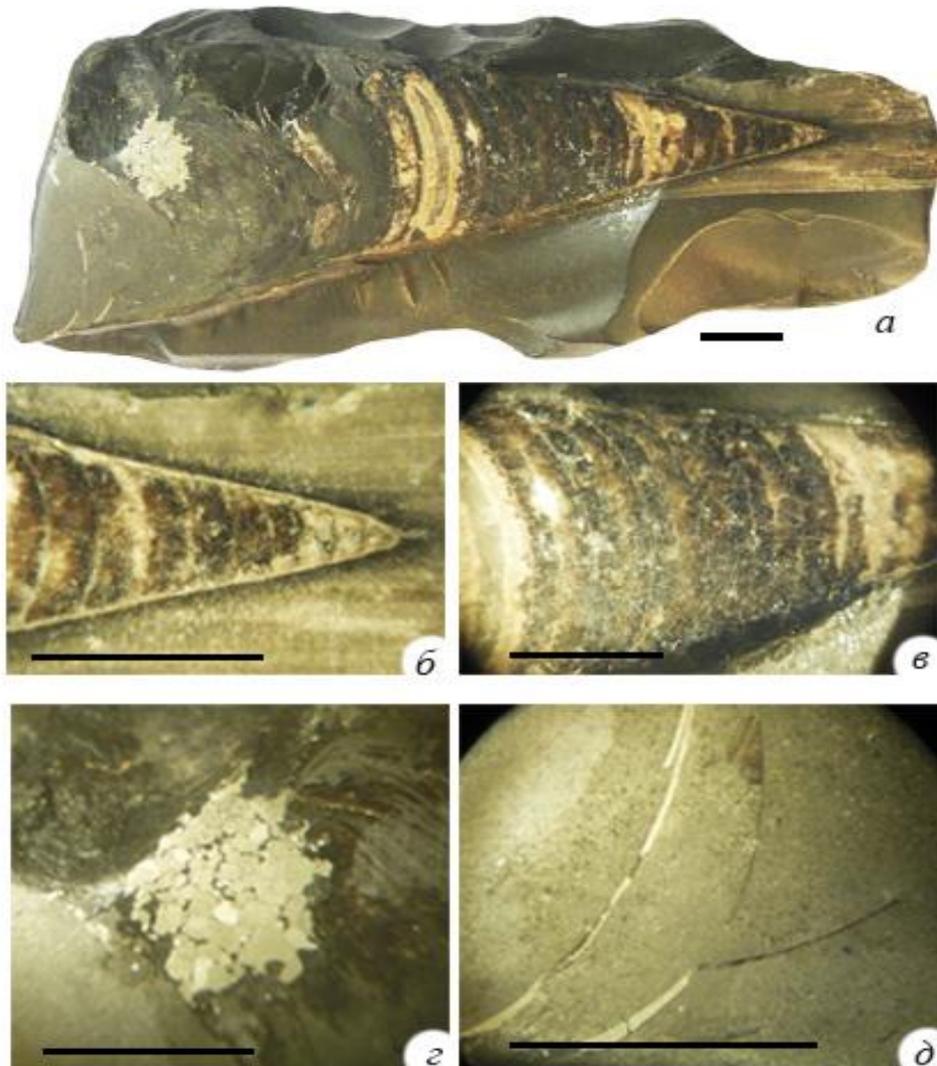
Фрагмокон являлся камерной частью скелета белемнитов. Он представляет собой арагонитовый прямой или слегка изогнутый к брюшной стороне конус и состоит из камер, разделенных между собой поперечными перегородками (септами), вогнутыми назад. В вершине альвеолярного конуса расположена первичная шарообразная или полусферическая камера, носящая название эмбриональной (протоконх). Фрагмокон окружён тонкой оболочкой – конотекой. Вдоль брюшного края сквозь перегородки проходит сифон. Сифонные дудки направлены назад. Задняя часть фрагмокона располагалась в альвеоле – коническом углублении на переднем конце ростра. Фрагмокон белемнитов соответствует сумме всех камер (за исключением жилой камеры) остальных подклассов головоногих.

Проостракум представляет собой широкую языковидную тонкую пластинку. Традиционно под проостракумом понималось только продолжение спинной стороны конотеки фрагмокона, но последние электронно-микроскопические исследования выявили наличие тончайшего слоя проостракума, перекрывающего весь фрагмокон.

Ростр представляет собой, как правило, массивное образование, форма которого определяется соотношением спинно-брюшного и бокового диаметров на различных участках ростра. Форма ростров может быть цилиндрической, конической, веретёновидной, ланцетовидной или сигаровидной.

К настоящему моменту единой точки зрения на первичный минералогический состав ростров не выработано. Одни исследователи полагают, что ростры были первично арагонитовыми, а впоследствии частично или полностью раскристаллизовались в кальцит, а другие считают ростры первично кальцитовыми. Судя по данным детального изучения мегатеутидид, ростры являются первично массивными (непористыми) образованиями, имевшими смешанный кальцит-арагонитовый минеральный состав с закономерной локализацией обоих минеральных фаз [2]. В сентябре 2020 г. В.Н.

Комаровым в запасном фонде кафедры региональной геологии и палеонтологии МГРИ совершенно случайно был обнаружен уникальный по сохранности образец фрагмента раковины белемнита. Эта находка в полной мере подтвердила мнение о том, что крайне важным, в плане сокращения неполноты геологической летописи, можно считать повторное изучение объектов, в частности, периодический пересмотр с современных позиций старых палеонтологических коллекций [5].



**Рисунок 1.** Пиритизированные остатки скелета белемнита. Длина масштабной линейки 1 см.

Скелет белемнита наблюдается на продольном сечении (рис. 1, а). Он находится в пелитоморфном известняке чёрного цвета. Окаменелость представляет собой довольно крупный фрагмент фрагмокона, в передней части частично разрушенный и деформированный, и фрагмент ростра. Учитывая то, что начало альвеолы располагается по центру ростра, можно считать, что мы имеем дело не со спинно–брюшным сечением, а с боковым (латеральным) сечением, на котором невозможно наблюдать сифон. Наблюдаемая в образце сохранившаяся часть ростра, имеющая длину 3,7 см, характеризуется выдержанной цилиндрической формой. Спинно–брюшной диаметр ростра в сечении у начала альвеолы определить не удалось, так как в этой области ростр скрыт породой. На расстоянии 1,2 см от начала альвеолы в сторону вершины ростра (что отвечает длине сохранившейся постальвеолярной части ростра) его радиус составляет 9

мм (диаметр, соответственно, 1,8 см). Альвеолярный угол в вентральном ракурсе составляет 320.

В пределах альвеолы, длиной 2,5 см, насчитывается 13 септ (рис.1, б). В неразрушенной (длиной 1,4 см) части фрагмокона, выходящей за пределы альвеолы насчитывается 9 септ (рис. 1, в). Всего во фрагмоконе, общая сохранившаяся длина которого достигает порядка 10,0 см, насчитывается не менее 41 септ (точно подсчитать трудно, т.к. в деформированной его части септы сближены, поломаны и искривлены). С возрастом животного септы демонстрируют отчётливую тенденцию к разряжению. У основания фрагмокона длина камер составляет 1,5 мм. У внешней границы альвеолы длина камер достигает 2,4 мм (относительная длина камер здесь составляет 0,19 от диаметра фрагмокона.). У внешней части целого фрагмента фрагмокона длина камер составляет 4,5 мм (относительная длина камер достигает 0,21 от диаметра фрагмокона). Толщина септ около 0,1 мм и чуть менее, немного увеличивается к краям септ. Начальная часть фрагмокона шарообразная, диаметром, насколько позволяет судить сохранность, 0,7 мм. Стенка фрагмокона местами хорошо сохранилась вне ростра и отчётливо обнажена в породе.

Не деформированная часть фрагмокона заполнена кальцитом разных генераций (рис. 1, а–в). На стенках септ наблюдается инкрустация, выполненная крупнозернистым кальцитом пёстрой окраски – белой, желтоватой, коричневатой, чёрной. Обычно крупнокристаллический кальцит полностью заполняет камеры фрагмокона. Иногда в центральной части камер наблюдается вторичный мелкокристаллический кальцит светло серого цвета. На его долю может приходиться до трети объёма камер.

Проведённое исследование показало, что фрагмоконт и порода, заполняющая его пустотное пространство, пиритизированы, причём интенсивность пиритизации резко различна. Ею совершенно не затронута целая, не деформированная часть фрагмокона, в которой камеры заполнены гетерогенным кальцитом. В пределах поломанной части фрагмокона порода очень интенсивно, местами тотально пиритизирована, а фрагменты скелета с сохранившимся первичным карбонатным составом чередуются с полностью пиритизированными фрагментами септ и стенки фрагмокона (рис. 1, д). В породе пирит формирует очень мелкозернистую, местами почти сплошную массу. На фоне мелкозернистого пирита в виде одного небольшого локального очага был отмечен агрегат крупнокристаллического пирита (рис. 1, г). В его пределах кристаллы пирита характеризуются разной формой и достигают размера до 2,5 мм.

Полное отсутствие пирита во вмещающей породе и наличие его внутри фрагмокона на наш взгляд, безусловно, свидетельствует о том, что его возникновение явилось биологически индуцированным процессом. По всей видимости, он образовался в осадке на ранних стадиях диагенетического перераспределения вещества в восстановительных геохимических условиях ниже границы раздела осадка с поверхностными водами в местах разложения органического вещества. Сульфатредуцирующие бактерии, восстанавливая сульфаты морской воды, используют кислород молекулы  $\text{CaSO}_4$  для окисления органического вещества. Вовлечение сульфатов в жизненный цикл бактерий сопровождается изменением валентности серы. Положительная шестивалентная сера в молекуле сульфата переходит в отрицательную двухвалентную. Двухвалентный ион серы реагирует с ионом водорода, который всегда присутствует в природных водах в результате диссоциации воды, образуя биогенный сероводород. Последний реагирует с ионами растворённого двухвалентного железа, связанного с поровыми водами окружающего осадка. Это приводит к образованию

моносulfида железа, кристаллизация которого через ряд промежуточных стадий завершается образованием пирита [1, 3, 4, 6, 7]. Считается, что органические соединения, растворённые в воде, увеличивают вязкость среды и обеспечивают осаждение тонких сульфидов в большем диапазоне концентраций, чем это возможно в чистой воде.

## **Выводы**

Историю формирования изученной окаменелости, можно представить следующим образом. Погибший белемнит оказался на дне относительно глубоководного морского бассейна. В пользу глубоководности обстановки свидетельствуют, на наш взгляд, полное отсутствие в породе ископаемых остатков донных организмов, а также пиритизация, указывающая на дефицит свободного кислорода. Со временем, в процессе или после уничтожения почти всего мягкого тела, проостракум и внешняя часть фрагмокона были разрушены. Оставшаяся часть хрупкого фрагмокона с внешней стороны была подвергнута деструкции. Частичная поломка скелетных структур позволила осадку попасть внутрь фрагмокона. В заднюю, не затронутую деформацией часть фрагмокона, осадок попасть не смог. Остатки органического вещества, сохранившиеся в открытой, поломанной и заполненной (возможно частично) осадком части фрагмокона, способствовали образованию здесь в восстановительных геохимических условиях пирита. Значительно позднее, вероятно, уже на стадии диагенеза, задняя, законсервированная часть фрагмокона в два этапа была полностью заполнена вторичным кальцитом.

## **Библиография**

1. Астафьева М.М., Розанов А.Ю., Хувер Р. Фрамбоиды: их структура и происхождение // Палеонтологический журнал. 2005. № 5. С. 3–9.
2. Ипполитов А.П., Барсков И.С., Косоруков В.Л., Десаи Бх. Микроструктурная и минералогическая архитектура ростров некоторых батских мегатеутидид (*Belemnitida*) // Современные проблемы изучения головоногих моллюсков. Морфология, систематика, эволюция, экология и биостратиграфия. Материалы совещания. ПИН РАН. 2018. Выпуск 5. С. 94–99.
3. Кизильштейн Л.Я. Сульфатвосстанавливающие бактерии: великие дела маленьких существ // Природа. 2016. № 2. С. 51–53.
4. Кизильштейн Л.Я., Минаева Л.Г. Происхождение фрамбоидальных форм пирита // Доклады АН СССР. 1972. Т. 206. № 5. С. 1187–1189.
5. Комаров В.Н. О неполноте геологической летописи. Статья 2. Об успехах в сокращении неполноты и не только // Известия вузов. Геология и разведка. 2010. № 4. С. 3–9.
6. Комаров В.Н., Шпилевая Е.С., Вайтиева Ю.А., “О, сколько нам открытий чудных...”, или роль случая в палеонтологии // Природа. 2020. № 12. С. 19–26.
7. Шпилевая Е.С., Вайтиева Ю.А., Комаров В.Н. Об уникальном образце белемнита (*Mollusca*, *Serphalopoda*) в учебной коллекции кафедры палеонтологии и региональной геологии МГРИ // Инновации. Наука. Образование. 2020. № 20. С. 728–742.

*Анализ литолого-фациальных комплексов в красноцветных отложениях нижнего эоцена впадины Цзиян, Бохайский залив, КНР*

*Ян Я\* (Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,  
yangya89169238648@outlook.com)*

### **Аннотация**

В эпохи Кундянь 1 и нижний Шахэдие 4 (нижний эоцен) на пологом склоне впадины Цзиян в условиях аридного климата накапливалось большое количество красноцветных отложений. В последние годы красноцветные отложения показывают большой разведочный потенциал. Присутствие различных типов текстур в них отражает результат совместного действия гравитационных и тяговых потоков. На основе интерпретации каротажных данных и сопоставления их с лабораторными исследованиями керна выделены 3 основных литолого-фациальных комплекса в красноцветных отложениях впадины Цзиян: пролювиальные конусы выноса, дельты и песчаные валы на мелководье. Отложения конусов выноса в основном распространены по краю пологого склона впадины, отложения дельт и песчаных валов последовательно распространяются от внутренней части зоны пологих склонов до мелководья. По сравнению с отложениями конусов выноса и песчаных валов, отложения дельт, в особенности их фронтальных частей, обладают хорошими фильтрационно-ёмкостными свойствами и могут рассматриваться в качестве коллекторов нефти и газа.

### **Ключевые слова**

Литолого-фациальные комплексы, красноцветные отложения, впадина Цзиян, коллектор

### **Теория**

Бассейн Бохайского залива находится в северо-восточной части провинции Шаньдун в Китае [Lu et al., 2014]. Впадина Цзиян – одна из крупнейших впадин Китая, где открыты и эксплуатируются крупные месторождения углеводородов. Красноцветные отложения, накапливавшиеся в условиях аридного климата [Feng et al., 2015], в основном развиты в толщах Кундянь 1 и Нижний Шахэдие 4 (нижний эоцен). До сих пор ведутся серьезные споры о типах литолого-фациальных комплексов данных отложений и их характеристиках [Yang et al., 2010], в связи с чем возникает необходимость детального изучения данного объекта.

Текущие исследования основаны на интерпретации каротажных данных и изучении кернового материала, полученных в результате бурения за последние годы. В настоящей работе использовались методы послойных описаний разреза и детальное изучение структурных и текстурных особенностей горных пород, в результате чего были получены следующие результаты:

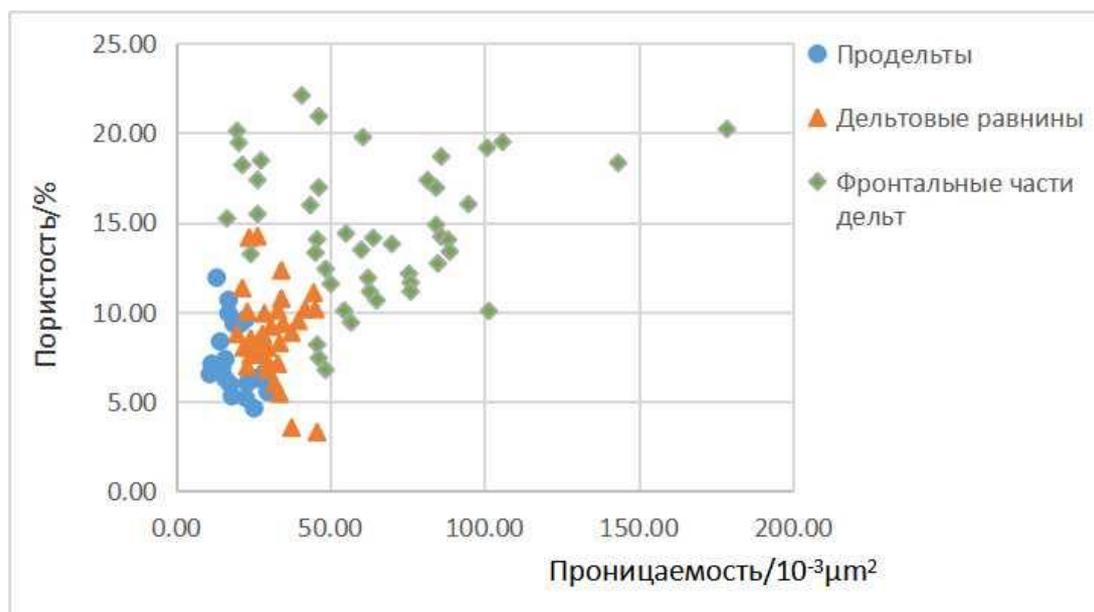
1. Текстуры красноцветных отложений нижнего эоцена впадины Цзиян разнообразны [Jiang et al., 2011]: массивные текстуры конгломератов, градационная, параллельная, косая слоистости, знаки ряби (рис.1) и т.д;

2. Выявлено 3 основных литолого-фациальных комплекса в красноцветных отложениях: пролювиальные конусы выноса, дельты и песчаные валы на мелководье;

3. Коллекторские свойства песчаных тел различных литолого-фациальных комплексов различаются [Jing et al., 2015]: дельты имеют лучшие фильтрационно-ёмкостные свойства, за ними следуют конусы выноса, худшими коллекторами являются песчаные валы на мелководье. Среди дельтовых отложений наилучшими коллекторскими свойствами обладают отложения фронтальных частей дельты.



**Рисунок 1.** Текстуры красноцветных отложений нижнего Шахэдие 4-Кундянь I (нижний эоцен) впадины Цзиян: а) массивная, скв. Ван 730, глубина: 1378.7 м, Ek1, впадина Цзиян. б) градационная слоистость, скв. Ван 110, глубина: 2298.05 м, Ek1, впадина Цзиян. в) корытообразная косая слоистость, скв. Гуан 125, глубина: 1806.5 м, Ek1, впадина Цзиян.



**Рисунок 2.** График зависимости проницаемости от пористости для дельтовых отложений нижнего Шахэдие 4-Кундянь I (нижний эоцен) впадины Цзиян.

## Выводы

Разнообразные текстуры красноцветных отложений нижнего эоцена впадины Цзиян указывают на многогранность процессов осадконакопления: массивные текстуры отражают действие гравитационных потоков, градационная слоистость – переход от гравитационного к тяговому потоку, параллельная – действие тягового потока.

В ходе работы были выделены и охарактеризованы 3 основных литолого-фациальных комплекса в исследуемых красноцветных отложениях: пролювиальные конусы выноса, дельты на мелководье, песчаные валы на мелководье. Конусы выноса в

основном распространены по краю пологого склона, мелководные дельты – внутри пологого склона впадины. Песчаные валы, образованные волновой деятельностью и озерными течениями, изолированы и разбросаны по мелководью. По сравнению с отложениями конусов выноса и песчаных валов, дельтовые отложения, особенно во фронтальных частях дельт, обладают хорошими фильтрационно-емкостными свойствами и могут рассматриваться в качестве коллекторов нефти и газа.

### **Благодарности**

Автор сердечно благодарен своему научному руководителю в.н.с.д.г.-м.н. А.И. Конюхову за постоянную помощь в работе.

### **Библиография**

1. Feng Y, Jiang S, Wang C. Sequence stratigraphy, sedimentary systems and petroleum plays in a low-accommodation basin: Middle to upper members of the Lower Jurassic Sangonghe Formation, Central Junggar Basin, Northwestern China // Journal of Asian Earth Sciences. 105: 85-103 (2015).
2. Jiang Z, Liu Hi, Zhang S, Sedimentary characteristics of large-scale lacustrine beach-bars and their formation in the Eocene Boxing Sag of Bohai Bay Basin, East China // Sedimentology. 2011, 58(5): 1087-1112.
3. Jing Y. Paleogene flooded lake sediments in the southern part of the Jiyang depression [J] // Geology in China. 2015, 32(4). [655-662]
4. Lu M., Zhang L., Wen D. et al. Characteristics and evaluation of the clastic reservoirs in Kongdian Member in the southern slope belt of Dongying Sag [J]. // Journal of Xi'an Shiyou University. 2014, 19(6). [5-9]
5. Yang M., Jin Z., Lv X., Tectono-sedimentary Evolution of Piggy-Back Basin: Example from Kuqa Fold and Thrust Belt, Northern Tarim Basin, Northwest China // Journal of Earth Science. 21(4): 412-422 (2010)