

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



ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ТОМ I

XVI

Международной научно-практической конференции
«Новые идеи в науках о Земле»

XVI

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

6 - 7 апреля 2023 г. | April 6 - 7, 2023

Москва | Moscow

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

Новые идеи в науках о Земле : в 7 т. Материалы XVI Международной научно-практической конференции «Новые идеи в науках о Земле» - М. : Издательство РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ, 2023.

Т. 1 : Развитие новых идей и тенденций в науках о Земле: геология, геотектоника, геодинамика, региональная геология, палеонтология / ред. коллегия: Ю.П. Панов, Ю.В. Зворыкина. - М. :Издательство РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ, 2023. - 312 с.

ISBN 978-5-907594-12-8

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

ISBN 978-5-907594-12-8 (Том 1)
ISBN 978-5-907594-11-1

© РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ, 2023

Оглавление:

Секция №1. Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минералогия	10
Модель медно-порфириновых рудообразующих систем Дамирлинского рудного района в юго-восточной части Малого Кавказа Аббасов Н.А. (Бакинский Государственный Университет, ruscina2012@yahoo.com)	10
Условия локализации золото-медноколчеданных руд Северо-Мамбетовского рудопоявления (Республика Башкортостан) Андреев А.В. (ФГБУ «ЦНИГРИ», aandreev@tsnigri.ru)	15
Вклад механизмов тектонических движений/деформаций в развитие геолого-структурной обстановки/среды эндогенного рудообразования Васильев Н.Ю. (МГРИ-РГГРУ, geostress@mail.ru), Мострюков А.О. (ГО «Борок» ИФЗ РАН, most57@mail.ru), Петров В.А. (ГО «Борок» ИФЗ РАН, var_borok@mail.ru)	20
Золотоносность фосфоритов – состояние проблемы Георгиевский А.Ф.* (Российский университет дружбы народов, georgievskiy-af@rudn.ru), Бугина В.М. (Российский университет дружбы народов, bugina-vm@rudn.ru), соавтор И.О. (организация, e-mail)	24
Петрохимическая характеристика скандиеносных пород дяхтарской свиты триас-юрского возраста Накынского кимберлитового поля Якутии Еременко Р.У.* (МГРИ, eremenko-ruslan@mail.ru), Игнатов П.А. (МГРИ, petrignatov@gmail.com), Илларионов П. Н. (АК АЛРОСА (ПАО), illarionovpn@alrosa.ru)	27
Парагенезис ау и w в скарнах и сопутствующих им метасоматитах (на примере верхнего яруса месторождения Яхтон) Жумагулов А.Б.* (Ташкентский государственный технический университет им. И.Каримова, aydos_770@mail.ru), Жураев М.Н. (Ташкентский государственный технический университет им. И.Каримова., j.mexroj@yandex.ru)	32
Типоморфизм самородного золота в россыпных и коренных месторождениях Эвотинского и Центрально-Алданского рудных районов Алданского щита Журавлев А.И.* (ИГАБМ СО РАН, ai.zhuravlevgeo@gmail.com), Округин А.В. (ИГАБМ СО РАН, okrugin@diamond.ysn.ru), Лоскутов Е.Е. (ИГАБМ СО РАН, loskutov@diamond.ysn.ru), Иванов А.И. (ИГАБМ СО РАН, aivanov@diamond.ysn.ru), Иванов М.С. (ИГАБМ СО РАН, ivanov.michil@bk.ru)	35
Проявления стратегических видов полезных ископаемых (Cu, Co, Ni, EPG, Sc, V, REE, графит, углеводороды) в Мало-Ботубинском, Средне-Мархинском и Ыгыаттинском алмазоносных районах Якутии Игнатов П.А.* (МГРИ petrignatov@gmail.com), Еременко Р.У. (МГРИ eremenko-ruslan@mail.ru), Толстов А.В. (ИГАБМ СО РАН tols61@mail.ru), Васильев А.П. (ВГРЭ АК «АЛРОСА» (ПАО) vasiliev_ar@alrosa.ru), Мальцев М.В. (ВГРЭ АК АЛРОСА (ПАО) Maltsevmv80@mail.ru), Овчинников И.М. (ВГРЭ АК АЛРОСА (ПАО) OvchinnikovIM@alrosa.ru). 39	39
Анализ закономерностей распределения платиновых металлов, золота и серебра в интрузивах Норильского района Канимбуйе Л.С.* (СПГУ, ludmilacanhimbue@yandex.ru)	44
Цифровая методика прогнозирования россыпного потенциала Лаломов А.В.* (ИГЕМ РАН, lalomov@mail.ru) Чефранов Р.М. (ИГЕМ РАН, roman_chefr@bk.ru)	49
Проблема источника вещества для бирюзы месторождения Бирюзакан, Карамазар, Северный Таджикистан Литвиненко А.К.* (ФГБОУ ВО Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, ak1954@yandex.ru), Восихов Ш.Т. (ФГБОУ ВО Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, shohruk992v@mail.ru)	53
Ореолы деконцентрации золоторудных месторождений и практика их применения в геологоразведке Мессерман И.З.* (МГРИ (messerman39@gmail.com), Воронцов В.А. (МГРИ (vorontsov1947@yandex.ru), Яшина В.И. (МГРИ (Yashina1950@bk.ru)	57

«Результаты применения методики глубинного литохимического опробования с использованием мотобуров типа «Собра» для выявления аномалий ореолов рассеяния в пределах Раздолинского рудного узла (Красноярский край)» Нестеренко И.Ю.* (ООО «Геотехконсалтинг», nesterenko_iy@geo-tc.ru), Асланлы К.А.о (ООО «Геотехконсалтинг», aslanly_ka@geo-tc.ru) Гречухин М.Н. (ПАО «Полюс», grechukhinMN@polyus.com) Аристархова В.В. (ПАО «Полюс», aristarkhovaVV@polyus.com)	61
Влияние «бортового содержания» на количество запасов полезного компонента на основе апатит-нефелинового месторождения Никитенкова А.В.* (НИТУ МИСИС, m1902938@edu.misis.ru), Белоусов Р.А. (НИТУ МИСИС, m1900992@edu.misis.ru).....	65
Рудно-магматическая система золота, связанная с интрузиями крупного магматогенного поднятия Западной Чукотки Николаев Ю.Н.* (МГУ им. М.В.Ломоносова, nikolaev@geol.msu.ru), Балыкова И.В. (МГУ им. М.В.Ломоносова, irin701@gmail.com), Бакшеев И.А. (МГУ им. М.В.Ломоносова, iab68@mail.ru), Калько И.А. (МГУ им. М.В.Ломоносова, ildarkalko@ya.ru), Власов Е.Ю. (МГУ им. М.В.Ломоносова, vl.home@mail.ru).....	68
Золотоносность неогеновых отложений, ее генезис и значение для расширения МСБ золота в России Прасолов А.М.* (МГРИ, prasolov00@yandex.ru), Владимирцева О.В. (ИГЕМ РАН, olga_9_4@mail.ru)	73
Применение условного моделирования на примере Ковдорского месторождения железных руд Савельев Д.А.* (НИТУ «МИСиС», danila_savelyev@inbox.ru), Айтпаева Д.Б. (НИТУ «МИСиС», diana.abuzyarova.01@mail.ru)	77
Оцифровка контуров месторождений, данных изученности при помощи программы SAS.Планета по ретроспективными геологическим отчётам Савочкин Д.А.* (ФГБУ «Росгеолфонд», dsavochkin@rfgf.ru)	81
Особенности экзогенных месторождений урана Центрального массива (Франция) Сашченко А.В.* (ФГБУ «ВИМС», sashchenko@vims-geo.ru), Печенкин И.Г. (ФГБУ «ВИМС», pechenkin@vims-geo.ru).....	85
Характеристика бокситового месторождения Сангареди, регион Боке, Гвинейская Республика Сиссоко Билли Нанкуман (Российский университет дружбы народов, bill6489cissoko@gmail.com) Котельников А.Е. (Российский университет дружбы народов, kotelnikov-ae@rudn.ru).....	89
Анализ характеристик изменчивости рудного тела Верхнее Многовершинного золоторудного месторождения с помощью статистических и геостатистических методов на разных стадиях работ Скруйбите Р.А.* (ФГБУ «ВИМС», forrasa@yandex.ru).....	93
Новые критерии выявления урановых месторождений витимского типа Солодов И.Н. (АО «Атомредметзолото», INSolodov@armz.ru).....	98
Формы нахождения стратегических металлов в рудах Ново-Учалинского колчеданного месторождения (Южный Урал) Спирина А.В.* (ИГЕМ РАН, adelina.spirina@bk.ru), Викентьев И.В. (ИГЕМ РАН, viken@igem.ru), Варламов Д.А. (ИЭМ РАН, dima@iem.ac.ru)	102
Рудно-метасоматическая зональность молибденовых рудопроявлений Джетского рудного узла (Восточный Саян) Сучков А.В.* (ФГБУ «ВИМС», alexsander@mail.ru).....	106
Геолого-экономическая оценка вольфрамовых месторождений западного Узбекистана Тохиржонов К.О.* (Министерство горного дела и геологии Республики Узбекистан, Samron867@gmail.com.)	110

Локальное прогнозирование рудных оруденений на основе принципов разведочной геодинамики (на примере отдельных рудных месторождений Центрального Кызылкума) Турсунметов Р.А.* (ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО», tv_98@mail.ru), Нурходжаев А.К. (Институт геологии и геофизики), Турапов М.К. (ГУ «Институт минеральных ресурсов»), Жонибеков Б.О. (ТГТУ им. И.А. Каримова, jonibekovbobur@mail.ru), Тё В.С. (ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО», tv_98@mail.ru)	114
Вопросы генезиса золотой минерализации в районе Фьюкшон, центральный Вьетнам Чан В.Т.* (МГРИ-РГГРУ, tiendcb@gmail.com), Игнатов П.А (МГРИ-РГГРУ, petrignatov@gmail.com),	118
Альтернативная физико-геологическая модель генезиса кимберлитов кратера трубок Анголы Шавьер Лде ЖА* (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, lucia.xavier@mail.ru), Бондаренко В.М. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, bonvladimir@yandex.ru)	123
Полосчатые докембрийские кремнисто-железистые формации Западно-Африканского кратона Эвбек А. (МГРИ, salha19957@gmail.com) Верчеба А.А.(МГРИ, verchebaaa@mgrid.ru)	127
Секция №2. Общая геология и геологическое картирование	131
Особенности геологического строения Балтийского щита и Каледонского пояса складчатости. Абрамов А.М.* (РУДН, 1142220045@pfur.ru)	131
Закономерности геологического строения Оренбургской структуры (Оренбургское НГКМ) с позиции нелинейной геодинамики. Корнилова Н.В.* (ИПНГ РАН, nataliakornilova@rambler.ru), Казанкова Э.Р. (ИПНГ РАН, Elvira.kazankova@mail.ru)	134
Геологическое строение участка практики в районе г. Ахун, Большого Сочи. Котельников А.Е. (Российский университет дружбы народов (РУДН), kotelnikov-ae@rudn.ru), Орнатская О.О.* (Российский университет дружбы народов (РУДН), 1032203680@rudn.ru)	138
Минералы тяжелой фракции как индикаторы источников сноса для терригенных пород рифея на Товском выступе Зимнебережной зоны (Архангельская провинция). Красовская Б.П.* (МГРИ, belendiabe@gmail.com), Ерофеева К.Г. (МГРИ, ИГЕМ РАН), Самсонов А.В. (ИГЕМ РАН), Третьченко В.В. (АК «АЛРОСА»))	141
Наука геология - система взаимоотношений ее составных частей. Левин Б.*, Израиль, berlevin@rambler.ru	144
Новые данные о маастрихтских отложениях около с. Нижняя Банновка (Саратовское Поволжье). Маленкина С.Ю.* (Музей Землеведения МГУ им. М. В. Ломоносова, maleo@mail.ru), Иванов А.В. (Музей Землеведения МГУ им. М. В. Ломоносова, Институт географии РАН, Москва, ivanovav@igras.ru)	148
Палеовулканическая структура Митик и металлогения золота в центральной части восточной пустыни Египта. Махмуд А.Ш. (Университет Файюм, Египет, halim.geologist@mail.ru), Дьяконов В.В. * (МГРИ, mdv.rudn@mail.ru)	153
Общегеологическая герменевтика (толкование) строф Голубиной книги про камень. Минькин И.М.* (ivan.minkin1955@gmail.com)	155
Тектоника стадухинского сегмента зоны перехода Южно-Аноийский океан – Чукотский микроконтинент в поздней юре-раннем мелу. Моисеев А.В. * (Геологический институт Российской академии наук; Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе, e-mail: moartem@yandex.ru), Ульянов Д.К. (Геологический институт Российской академии наук, urfin1995@gmail.com), Ерофеева К.Г. (Геологический институт Российской академии наук; Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе, e-mail: xenin.erofeeva@ya.ru)	159

Анализ условий размещения горючих сланцев на месторождении Сангрунтау Каракатинской впадины. Нуртаев Б.Х.*(Докторант Навоийского отделения Академии наук Республики Узбекистан, burxon.nurtayev.87@bk.ru). Назаров У.Х. (Стажер-исследователь Навоийского отделения Академии наук Республики Узбекистан, nazarovuzruh@gmail.com)	163
Результаты анализов органической части эоценовых отложения (на примере Каракатинской впадины, Узбекистан). Нуртаев Б.Х.(Докторант Навоийского отделения Академии наук Республики Узбекистан, burxon.nurtayev.87@bk.ru)	167
Электроразведочная аппаратура для исследования карстового провала. Петина В.А.* (Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе, vicka.petina@yandex.ru), Научный руководитель: Щербакова Ксения Олеговна (Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе, sherbakovak@mgru.ru), соавтор: Овезов Батыр Аннамухаммедович (Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе, ovezovba@mgru.ru), Календарова Лейли Рустамовна (Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе, kalendarovalr@mgru.ru)	170
Новые маршруты на учебной геологической практике для изучения отложений нижнего отдела каменноугольной системы в Калужской области. Погребец Н.А.* (МГРИ, pogrebsna@mgru.ru)	173
Решение задач учебной геологической практики с помощью геологических музеев. Погребец Н.А.* (МГРИ, pogrebsna@mgru.ru)	178
Разработка нейронной сети на базе алгоритмов компьютерного зрения для автоматизации картирования геологических разломов. Русинович В.В.* (Институт морской геологии геофизики ДВО РАН, rusv-pro@mail.ru), Русинович Л.Э. (Институт морской геологии геофизики ДВО РАН, larisarusinovich@gmail.com)	182
Особенности распределения гипоцентров акустической эмиссии на образцах горных пород Хибинских месторождений. Саятгалеев М.М.* (Санкт-Петербургский Горный университет, Saitgaleevmalik@yandex.ru), Розанов А.О. (Санкт-Петербургский Горный университет, aleksander.rozanov@mail.ru)	185
Ротационная концепция тектогенеза, фундаментальная база для рудонефтегазогеологического и сейсмического районирования территорий. Харченко В.М. (СКФУ, vkharchenko@ncfu.ru), Неркаряян А.Е.* (СКФУ, alina-domareva@rambler.ru), Стасенко А.А. (СКФУ, stasenko0000@mail.ru)	189
Литолого-стратиграфическая характеристика нижнепалеозойских метаморфических комплексов золорудных месторождений гор Ауминзатау (Тасказканганская бесапанская свита). Шарипов Ш.Ф.* (Навоийское отделение Академии наук Республики Узбекистан, Geologist_Uzbekistan@mail.uz), Умаров Ш.А.* (Навоийское отделение Академии наук Республики Узбекистан, shakhumarov@gmail.com)	193
Петрографо-минералогическая и структурно-петрологическая характеристика серпентинитов в зоне Джунгарского разлома. Юшин К.И.* (ГИН РАН, yushin-kirill@mail.ru), Соколов С.А. (ГИН РАН, sokolov-gin@yandex.ru)	197
Изотопная геохронология в стратиграфии докембрия. Юшин К.И.*. (ГИН РАН, МГРИ, yushin-kirill@mail.ru), Межеловская С.В. (ГИН РАН, МГРИ, mezhelsofya@gmail.com), Межеловский А.Д.(МГРИ, geocon@yandex.ru)	200
Секция №3. Дистанционное зондирование Земли.....	205
Структурно-геологическая интерпретация данных сейсморазведки дешифрирования космоснимков с целью выявления площадей,перспективных для поиска месторождений нефти и	

газа (южное Приаралье). Карасаев А.В.* (ГУ «ИГИРНИГМ», karasaev90@gmail.com), Бикеева Л.Р. (ГУ «ИГИРНИГМ», Luizabikeyeva@mail.ru), Мусабеков А. (АО «Узбекгеофизика»), Акрамова Н.М. (ГУ «ИГИРНИГМ»), Хаджаева К.Р. (ГУ «ИГИРНИГМ») Ташкент, Узбекистан 205

Технология виртуальной реальности при анализе данных дистанционного зондирования, полученных с беспилотного летательного аппарата. Богоявленский И.В.* (ИПНГ РАН, galienskiy@yandex.ru), Гаврилов А.А. (ИПНГ РАН, art-pioner@yandex.ru)..... 208

Исследование опасных скально-обвальных участков Кругобайкальской железной дороги по данным беспилотных съемок. Гантимурова С.А.* (ИРНТУ, ИГХ им. А.П. Виноградова СО РАН, lanagant@geo.istu.edu), Паршин А.В. (ИРНТУ, sarhin@geo.istu.edu), Костерев А.Н. (ИРНТУ, akosterev@geo.istu.edu), Субботина Д.А. (ИРНТУ, subdarina@geo.istu.edu), Коншин И.О. (ИРНТУ, igor.konshin@geo.istu.edu), Лобузов И.В. (ИРНТУ, lobuzovi@geo.istu.edu), Снегирев Н.В. (ИРНТУ, nsnegirev@geo.istu.edu) 213

Оцифровка колебания индикатора прибора ГНУ-КВ. Использование алгоритма распознавания видео. Ерохин А.М.* (ООО «Петровайзер», erokhin_am@petroviser.ru), Бойко А.М.* (МГРИ, anna.maksimovna.b@gmail.com), Белов А.П. (МГРИ, belovap@mgri.ru), Лобанов А.М. (МГРИ, lobanovam@mgri.ru), Кудрявцева У.Д. (ООО «Петровайзер», kudryavtseva_ud@petroviser.ru), Венедиктов К.В. (ООО «Петровайзер», venediktov_kv@petroviser.ru) 216

Применение беспилотных летательных аппаратов для экологического мониторинга магистральных систем нефтепроводов. Жаркова В.В.* (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, zharkova.v@gubkin.ru)..... 220

Опыт применения данных космической съемки для характеристики антропогенных трансформаций ландшафтов в районах освоения нефтегазовых месторождений Крайнего Севера. Корниенко С.Г. (Институт проблем нефти и газа РАН, spaceakm2@ogri.ru) 224

Анализ дистанционных данных с целью выделения объектов, перспективных на выявление структурных ловушек УВ (северный борт Кандымского понятия). Садовская С.С.* (ГУ «ИГИРНИГМ», Sveto4ka_199601@mail.ru), Гаффаров М.А. (ГУ «ИГИРНИГМ»), Бикеева Л.Р. (ГУ «ИГИРНИГМ», Luizabikeyeva@mail.ru) Ташкент, Узбекистан 228

Секция №4. Региональная геология, палеонтология, стратиграфия. 232

Литологическая характеристика и условия образования отложений подъемской свиты (Северо-восток Енисейского кряжа, Тейско-Чапский прогиб). Агафонова Г.В.* (ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» 23, ул. Миклухо-Маклая, г. Москва 117997, Россия, agafonovagalina@inbox.ru), Носкова Е.С. (ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт» 36, шоссе Энтузиастов, г. Москва 105118, Россия) 232

О находках сверлильщиков и эпибионтов на раковинах среднепермских продуктив Aulosteges hogrescens (Verneuil) (Brachiopoda) из окрестностей села Байтуган (Самарская область). Вайтиева Ю.А.* (МГРИ, yulia.vaitieva@yandex.ru), Качалина М.Д. (МГРИ, kachalina.mariya@gmail.com), Волкова Е.А. (МГРИ, eavolkovaea@yandex.ru), Комаров В.Н. (МГРИ, komarovmgri@mail.ru) 236

Нижнеюрские ринхонеллиды и теребратулиды (Brachiopoda) Юго-Западного Крыма. Верба Т.И.* (МГРИ, verba-ti@yandex.ru), Розанова Д.И. (МГРИ, rs.dasha21@gmail.ru), 240

О находках сверлильщиков и эпибионтов на раковинах венлокских ринхонеллид Estonirhynchia estonica Н. Schmidt (Brachiopoda) острова Сааремаа (Эстония). Волкова Е.А.* (МГРИ, eavolkovaea@yandex.ru), Качалина М.Д. (МГРИ, kachalina.mariya@gmail.com), Азарных А.В. (МГРИ, avanzelica4sc@gmail.com), Епифанов Е.А. (МГРИ, dedal0806@gmail.com), Комаров В.Н. (МГРИ, komarovmgri@mail.ru) 244

- Русловые отложения природно-исторического парка “Битцевский лес” - уникальный палеонтологический объект. Горячев И.А.* (МГРИ, ilya.goryachev.02@inbox.ru), Дуткина Т.Е. (ГБОУ города Москвы “Школа № 851”, komarovmgrid@mail.ru), Комаров В.Н. (МГРИ, komarovmgrid@mail.ru) 248
- Фациально-петрографическая характеристика пород – коллекторов терригенной формации юрского возраста на Денгизкульском поднятии и прилегающих территориях. Кудашева Л.Р. * (ГУ «ИГИРНИГМ», Узбекистан, Ташкент, maksuliliya@yandex.ru), Евсева Г.Б. (ГУ «ИГИРНИГМ», Узбекистан, Ташкент, igrnigm@ing.uz) 252
- Спирорбиды *Rotularia damesii* Noetling (Annelida, Polychaeta) из верхнего альба Горного Крыма. Епифанов В.А.* (МГРИ, dedal0806@gmail.com), Конов А.П. (МГРИ, konov-2000@mail.ru) 256
- О находках сверлильщиков и эпибионтов на раковинах среднепермских спириферид *Lichagewia rugulata* (Kutorga) (Brachiopoda) из окрестностей села Байтуган (Самарская область). Качалина М.Д.* (МГРИ, kachalina.mariya@gmail.ru), Вайтиева Ю.А. (МГРИ, yulia.vaitieva@yandex.ru), Верба Т.И. (МГРИ, verba-ti@yandex.ru), Волкова Е.А. (МГРИ, eavolkovaea@yandex.ru), Конов А.П. (МГРИ, konov-2000@mail.ru), Комаров В.Н. (МГРИ, komarovmgrid@mail.ru) 260
- Методологические вопросы изучения каменной летописи Земли. Комаров В.Н. (МГРИ, komarovmgrid@mail.ru), Дуткина Т.Е. (ГБОУ города Москвы “Школа № 851”, komarovmgrid@mail.ru) 264
- О перспективах газоносности Лебяжьевого района Курганской области. Леонтьев Д.С.* (ФГБОУ ВО ТИУ, leontevds@tyuiu.ru), Арсеньев А.А. (ФГБОУ ВО ТИУ, arsenevaa@tyuiu.ru) 268
- Корреляция голоценовых отложений Норвежского моря по данным бентосных фораминифер. Лозинская Л.А.* (Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва, boda11@yandex.ru), Матуль А.Г. (Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва, amatul@mail.ru), Новичкова Е.А. (Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва, enovichkova@mail.ru), Чеховская М.П. (Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва, mjach47@mail.ru). 271
- Склерактинии *Smilotrochus excavatus* (Hagenov) из нижнего маастрихта Горного Крыма. Малахов К.Е.* (МГРИ-РГГРУ, kunior15@gmail.ru), Комаров В.С. (МГРИ-РГГРУ, vitalya505komarik_99@mail.com) 276
- Литостратиграфия курачинской доломитовой свиты среднего триаса в бассейне Пальмиры (Сирия). Мохаммад Н. * (Казанский (Приволжский) федеральный университет, posheen.g.mohammad@gmail.com), Зорина С.О. (Казанский (Приволжский) федеральный университет, svzorina@yandex.ru), Тавиль А. (Университет Дамаска, Сирия, abdazeez1101@gmail.com) 280
- О находках сверлильщиков и эпибионтов на раковинах фаменских атиририд *Athyris concentrica* (Buch) (Brachiopoda) (Липецкая область, окрестности города Елец). Плотникова А.А.* (МГРИ, alesande1001@mail.ru), Костюкевич С.А. (МГРИ, kovarnay.giorgina@yandex.ru), Лещук С.Э. (МГРИ, svyatoslav142003@gmail.com), Николаева П.А. (МГРИ, pa.nikolaeva@gmail.com), Пинских Ю.С. (МГРИ, jul20-kis@yandex.ru), Ченина Е.А. (МГРИ, chenina.katya.2003@gmail.com), Шаров И.А. (МГРИ, ivan.sharov.2013@bk.ru), Комаров В.Н. (МГРИ, komarovmgrid@mail.ru) 284
- Состояние изученности и дальнейшие перспективы урановых месторождений в Зирабулак-Зиятдинском районе (Западный Узбекистан). Разиков О.Т. (Ташкентский институт минеральных ресурсов, rustam_avazov1989@bk.ru), Авазов Р.Р. (Навоийский государственный горно-технологический университет, rustam_avazov1989@bk.ru), Каримов Н.М. (Навоийский государственный горно-технологический университет, 92nurkhan92@gmail.com)..... 289
- Тектодинамические условия проявления Геналдонской катастрофы 2002 г. Тверитинова Т.Ю.* (Геологический факультет МГУ, tvertat@yandex.ru), Гуцин А.И. (Геологический факультет

МГУ, alexmsu-824@mail.ru), Курдин Н.Н. (Геологический факультет МГУ, nkurdin@yandex.ru), Никитин М.Ю. (Геологический факультет МГУ, nikgeo@rambler.ru)..... 293

Отложения келловейского возраста в Гжели. Ульянова Д.В.* (Минералогический музей им. А.Е.Ферсмана, uyanova.fmm@gmail.com), Лещук С.Э.*(МГРИ РГГРУ, svyatoslav142003@gmail.com), Диалло М.Б. (МГРИ РГГРУ, baylasafa@gmail.com), Кедич А.И. (МГРИ РГГРУ, sonann2013@gmail.com), Заблудовская А.В. (МГРИ РГГРУ, alenka00zabludovskaya@gmail.com), Румянцев Н.Д. (МГРИ РГГРУ, runidmy1111@gmail.com), Кравцов М.А. (МГРИ РГГРУ, dshdgb@mail.ru) 297

«Геонсторические причины нефтегазовой специализации офшорных осадочных бассейнов Африки». Усова В.М.* (РУДН, usova_vm@pfur.ru), Усов А.А. (РУДН, usovrudn@yandex.ru), Котельникова Е.М. (РУДН, kotelnikova_em@pfur.ru)..... 301

Адаптации трилобитов для защиты от хищников. Черкасова Е.А.* (МГРИ-РГГРУ, cherkasovael2233@gmail.com), Посадская А.С. (МГРИ-РГГРУ, anna.posadskaya@gmail.com)..... 304

Особенности геологического строения и закономерности золотого рудообразования Албазинского рудного поля Трушин С. И. *(АО «Полиметалл», Trushin@polymetal.ru), Кириллов В.Е. (ИТиГ ДВО РАН, kirillov@itig.as.khb.ru), Иванов В.В. (ДВГИ ДВО РАН, d159327@yandex.ru).....308

*Секция №1. Геология, поиски и разведка твердых полезных
ископаемых, минерагения*

*Модель медно-порфировые рудообразующие систем Дамирлинского рудного
района в юго-восточной части Малого Кавказа Аббасов Н.А. (Бакинский
Государственный Университет, ruscina2012@yahoo.com)*

Аннотация

Обсуждаются новые данные, полученные в ходе минералого-геохимических данных геохимического изучения магматических пород Мехманинского интрузивного комплекса Дамирлинского рудного района. Освещается гидротермально-метасоматическая зональность порфировых месторождений. Приводятся принципиальные признаки модельной порфировой системы, которые являются базовой основой проведения поисковых работ на юго-восточной части Малого Кавказа.

Ключевые слова

Дамирли, Агдамский, медно-порфир, золото, массив.

Золото-медно-порфировая минерализация Дамирлинского рудного района, приурочена к краевым частям штока диорит-порфиритов юрскому возрасту и ассоциирует с более поздними телами раннемеловых гранодиоритов относящейся к Мехманинскому интрузивному комплексу(3). Размещение их четко контролируется Дамирлинской зоной разломов с-в простирания. Морфология выходов интрузивных пород весьма разнообразна: от крупных штокообразных массивов различной формы до мелких изометричных штоков и дайкоподобных трещинных тел [5]. Медно-порфировое оруденение размещено в узле сопряжения Дамирлинского разлома с-з простирания с Касапетской поперечной структурой с-в ориентировки. Минеральный состав руд-пирит, халькопирит, борнит; из вторичных минералов-лимонит, гидрогетит, куприт, халькозин, азурит, малахит. На участке рудопроявления широко развиты вторичные кварциты, представленные в основном кварц-серицит-каолиновым типом. Выделенное по результатам опробования штокообразное рудное тело характеризуется низкими средними содержаниями меди (0,2-0,26%, в редких анализах до 1%), а также молибдена (0,001%) и золота (0,1г/т). Рудопроявление не оценено и не покрыт детальными поисками участок между ним и Дамирлинским месторождением, представляющий интерес для выявления новых золото-медно-порфировых объектов.

Бойахмедлинское рудопроявление являясь ю-в продолжением Дамирлинского месторождения, рудопроявление это размещено вдоль Дамирлинского рудоконтролирующего разлома с-з простирания, к которому крылу которого тяготеет медно-порфировое оруденение. Последнее связано с вторичными кварцитами, возникшими в контактовой зоне Мехмана-Джанягского интрузивного массива с прорванными ими батскими эффузивно-пирокластическими образованиями, интенсивно дробленными и измененными с приобретением на отдельных участках шлаковидный облик. Контролируя Дамирлинским разломом по точнее его ю-в продолжением, оруденение в повышенных количествах локализуется в узлах сочленения к этому разлому серий оперяющих разрывов-трещин. Минеральный состав руд - пирит, халькопирит, борнит, продукты их изменения, кварц, серицит и др.

Оруденение связано с вторичными кварцитами, которые в изученной части (около 0,9 км² общей площади их развития - 4,6 км²) характеризуются средними содержаниями меди 0,29% и молибдена-0,006%. Джанятагское рудопроявление контролируется Гюльятагским разломом, расположено в зоне ю-з контакта Джанятагского гранитоидного массива с вмещающими батскими туфогенными образованиями. Выделенные на поверхности рудные интервалы в сульфидизированных вторичных кварцитах мощностью 16,8 и 6,3 м соответственно, содержат 0,77 и 0,92% меди. Пройденной скважиной в отдельных интервалах отмечено присутствие меди 0,3 - 0,43%. В этом районе отмечен также ряд почти не изученных медно-порфировых проявлений, выделенных преимущественно на основании геофизических данных Еддихырманское, Алимадатлинское, Шахбулагское и др. Ниже следует описание еще одного интересного нового проявления золото-медно-порфировых руд Галайчиларского рудопроявления. Это проявление расположено на северо-восточном крыле Агдамского антиклинория и сложено андезитами, их пирокластолитами(бат), окремненными известняками, биотитовыми и роговообманковыми гранодиоритами и кварцевыми диоритами Мехманинского массива, а также мелкими интрузивными телами диоритовых порфиритов [3]. При этом массива прорывают вулканогенные породы бата и известняки титона, повсюду оказывая на них контактное воздействие. Породы массива и вмещающий их комплекс пород, как установлено проведенными геолого-съёмочными работами, на ряде участков с-з село Галайчылар, с-з село Гызыл-Кенгерли, южнее горы Чобандаг и т.д. трансгрессивно с базальными конгломератами (0,7-2,0м) в основании перекрываются гравелитистыми известняками верхнего сантона [3]. Гальки конгломератов представлены биотитовыми, роговообманковыми гранодиоритами, аплитами, диорит-порфиритами и другими породами, а также вторичными кварцитами с медноколчеданным оруденением. Как показали проведенные полевые исследования в пределах Агдамского антиклинория выделяется высокоприподнятый блок, ограниченный с ю-з и с-в относительно опущенными блоками который первый опущен слабо по отношению второго [2]. Границы этих блоков проводятся по разрывным нарушениям, простирание которые в общем согласуется с простиранием самого антиклинория. В пределах опущенного блока, выделенного на с-в борту антиклинория, между кварц-диорит-гранодиоритами Мехманинского массива и вулканогенными породами бата отчетливо прослеживается крупное разрывное нарушение северо-западного (310-330°) простирания с крутым (70-85°) падением на северо-восток, именуемое "главным разломом". Эта разрывная структура по геолого-геофизическим данным прослеживается от село Дамирчилар до правобережья Кавиртучай (восточнее село Галайчылар), а далее перекрывается мощными известняками, чем и определяется тектонической активности разлома Гюльятаг. Именно между этими известняками с с-в и Мехманинским массивом на ю-з, определено положение отмеченного выше опущенного блока, который в основном и покрыт мощным чехлом четвертичных отложений. Комплексными геофизическими исследованиями, ю-в продолжение главного разлома прослежено под мощными толщами известняков верхнего сантона-маастрихта на расстоянии более 3 км, от село Галайчылар до правобережья река Хачинчай. Такая тектоническая структура придает рудному району блоковые строения, что характерно и для других медно-порфировых рудных районов Малого Кавказа (Ордубад и Далидаг). В пределах Галайчыларского рудопроявления основное медно-порфировое оруденение локализовано в мощной зоне интенсивного тектонического дробления и гидротермального изменения. Брекчированию и изменению подвержены, кроме диоритовых порфиритов, вмещающие батские вулканогены-андезиты при подчиненном значении андезито-базальтов, рассланцованных, серицитизированных, каолинизированных, окварцованных. При этом, на основании геолого-структурных

построений можно заключить, что Галайчыларская рудоносная зона отвечает ю-в продолжению известной Дамирлинской зоны проявлений золото-медно-порфировых руд. Оруденение прожилково-крапленое, основное место занимает, по-видимому, заполнение пустот и трещин при подчиненном значении процесса метасоматического замещения дробленных обломков измененных пород и ранее образовавшихся минералов. Вещественный состав руд простой: пирит, халькопирит, пирротин, молибденит, халькозин, куприт, борнит, а также гематит, магнетит и др.; из жильных развиты кварц и кальцит, пересекающие измененные породы в виде прожилков в различных направлениях. Как показали результаты наземных поисков и бурения первых поисковых скважин, оруденение в верхних горизонтах (до 40-50 м от поверхности) обычно слабое и, в основном, представлено вкрапленным типом: пирит, халькопирит, преобладают вторичные минералы меди, гидроокислы железа; отмечаются также гипс и карбонаты. Указывает ли это на зону выщелачивания сказать трудно. Но можно утверждать, что именно с этих глубин отмечается заметное повышение интенсивности оруденения и увеличение частоты появления молибденита в виде мелких гнезд и вкраплений таблитчатой формы на карбонатизированных участках. Судя по результатам работ, в пределах рудовмещающей зоны распределение меди неравномерное. При почти повсеместном распределении меди как в породах интрузива, так и во вмещающих вулканогенных образованиях, она образует повышенные концентрации в отдельных интервалах, в которых ее среднее содержание (а также молибдена) превышает промышленный минимум - 0,5-1,0%. Позиции этих интервалов, отвечающих рудному телу, как явствует из предварительных данных, различны: участки и интервалы интенсивного дробления диоритовых порфиров; зона контакта (тектонически осложненного строение) интрузива с вмещающими вулканогенами интервалы интенсивного развития гидротермального процесса с широким развитием жильных минералов.

Установлено, что содержание меди во вторичных ореолах составляет 0,005 - 0,1%, достигая иногда 0,5-0,6%, средне - 0,2%. Но присутствует (также во вторичных ореолах) в количестве 0,0005 - 0,05%, достигая 0,1%, среднее - 0,03%. Интересными оказались результаты литолого-геохимического опробования коренных пород на северо-западном фланге рудного участка: из отобранных около ста проб 60% содержат повышенное количество меди (0,01 - 0,2%) и молибдена (0,01 - 0,03%). Заметим, что существенная часть литолого-геохимических проб характеризует распределение меди, а также молибдена в вулканогенных образованиях средней юры. Установленные литолого-геохимические аномалии нами оцениваются в качестве индикатора скрытого медно-молибденового оруденения в "слепых" интрузивных телах диорит-порфирового состава. Морфология и условия залегания медно-порфировых рудных тел в значительной степени зависит от того, какие факторы определяют их пространственное положение. В целом, выделяются два структурно-морфологических типа руд: прожилково-вкрапленное и жильное, образующие штокверки различной формы [5]. Штокверковые тела обычно унаследуют форму малых порфировых интрузий, большинство которых проявляется в виде протяженных даек или неправильных штоков. Рудные зоны сосредоточены в пределах дайкового пояса в виде прожилково-вкрапленных зон, залегают согласно с вмещающими их породами, круто падают на северо-восток и выклиниваются в северо-западной и юго-восточной направлениях. Площадь распространения рудной минерализации несколько шире промышленных контуров оруденения и часто выходит за их пределы. Минерализованные зоны с глубиной сливаются в единый штокверк. В зоне вторичного сульфидного обогащения, хорошо выраженной в пределах основных рудоносных участков, над первичными

рудными телами встречаются вторичные рудные тела, которые в виде пластовых залежей накладываются на первичные руды. Околорудные изменения вмещающих породы сопряжены широким ореолом гидротермально-измененных пород, часто с достаточно четкой рудно-метасоматической зональностью, проявленной сменой в пространстве одних фаций метасоматитов и групп элементов другими. Гидротермальные изменения выражены различными фациями вторичных кварцитов, кварц-серицитовым, кварц-серицит-хлоритовым и кварц-каолинитовым, аргиллизитами и пропилитами, образовавшихся за счет интрузивных, а также вулканогенных пород [5]. Медно-порфиговое оруденение в основном связано с кварц-серицитовой фацией вторичных кварцитов. Помимо метасоматической, в строении месторождений отмечается также минералогическая и геохимическая зональность. Первая по латерали выражена присутствием пирит-халькопирит-молибденитовой ассоциацией с магнетитом и иногда борнитом во внутренней части рудных тел, которая далее к периферии сопровождается уменьшением молибденита и хальпирита и увеличением пирита с образованием пиритовой оболочки во внутренней части пропилитовой зоны. Во внешней части пропилитовой зоны одновременно появляется жильная галенит-сфалеритовая минерализация с благородными металлами. Латеральная геохимическая зональность выражена в следующей последовательности (от центра к периферии или же от контакта интрузии к вмещающим породам): Cu(Fe)-Fe-Cu(Mo)-Fe-Pb-n(Ag-Au). Отношение содержания меди к молибдену в рудных колеблется в широком диапазоне (1-1600). Максимальное значение Cu:Mo фиксируется в рудных подсечениях скв. № 23,6,7,9,16 (более 200), минимальное скв. № 26,30 в среднем по Дамирлинскому месторождению оно равняется 40. Общая закономерность заключается в том, что это значение с глубиной до определенного горизонта (200м) уменьшается с повышением содержания молибдена, далее оно вновь увеличивается на нижних горизонтах. Для месторождений области характерна также вторичная зональность, выраженная последовательной сменой выщелоченных, окисленных, вторично-сульфидных и первичных руд по вертикали [4]. Региональная металлогеническая зональность обусловлена сменой медно-порфигового оруденения (Дамирли) кварц-золото-сульфидными (Гюльятаг) и далее полиметаллическими жилами (Мехмана).

В заключения надо отмечать что, по проведенными исследованиями установлено, что размещение медно-порфириковых месторождений Дамирлинского рудного района контролируется структурными, магматическими, литолого-фациальными факторами. Размещение месторождений медно-порфириковых руд в региональном плане контролируется особенностями глубинного строения района, субстрата, складчатых структур и глубинных магмавыводящих разломов

Библиография

1. Аббасов Н.А. Структурные факторы формирования коллизионных месторождений медно-порфириковых руд в северо-восточной части Малого Кавказа. Всероссийской конференции, «Граниты и процессы рудообразования», М., 2011 г..<http://www.igem.ru>
2. Аббасов Н.А. и др. Генетическая связи медно-порфириковые руды с магматическим породами Мисхана-Зангезурской зоны на юге Малого Кавказа. «Актуальные проблемы поисковой геологии» Москва. 2022
3. Бабазаде В.М., Махмудов А.И., Рамазанов В.Г. Медно-и молибден порфириковые месторождения. Баку, Азернашир, 1990, с 376.

4. Буханова Д.С., и др. Малмыжского месторождения золото-меднопорфирового руд. Материалы «Новое в познании процессов рудообразования». ИГЕМ РАН, Москва. 2018. С. 83-85.

5. Кривцов А.И. Типы районов медно-порфирового оруденений и геологические основы их прогнозирования. Труды ЦНИГРИ, 1978, вып. 134, с. 3-21.

*Условия локализации золото-медноколчеданных руд Северо-Мамбетовского рудопроявления (Республика Башкортостан) Андреев А.В. (ФГБУ «ЦНИГРИ»),
aandreev@tsnigri.ru)*

Аннотация

В рамках поисковых работ на медноколчеданные руды в пределах Мамбетовско-Карагайской площади, проведенных АО «Северо-Кавказское ПГО» при участии специалистов ФГБУ «ЦНИГРИ», автором был изучен большой объем керн новых поисковых скважин и материалы предшествующих ГРР. В результате было установлено, что рудные интервалы зачастую имеют выраженный литологический контроль, что позволило выделить 4 уровня рудолокализации, занимающих определенную позицию в разрезе рудовмещающей баймак-бурибаевской свиты.

Полученные результаты позволили провести достоверную оценку и апробацию прогнозных ресурсов изученной площади категории P₁: Cu — 361,2 тыс. т при среднем содержании (с/с) 1,0 %, Zn — 226,2 тыс. т, с/с 0,63 %, Au — 20,47 т, с/с 0,57 г/т.

Ключевые слова

Южный Урал, Северо-Мамбетовское рудопроявление, баймак-бурибаевская свита, колчеданные руды, медь, золото, уровни рудолокализации

Источники финансирования

Исследования проведены в рамках решения задач субподрядного договора в составе ГРР, выполняемых за счет федерального бюджета РФ.

Теория

Обеспеченность запасами большинства медноколчеданных месторождений Южного Урала резко снижается, возрастают глубины залегания руд, понижается их качество. Не смотря на освоение новых крупных колчеданных месторождений (Подольское), и не менее важных для медной промышленности региона меднопорфировых месторождений (Михеевское, Томинское), дальнейшие перспективы наращивания МСБ меди связываются с относительно небольшими по запасам объектами (250–500 тыс. т). В последние несколько лет специалистами ФГБУ «ЦНИГРИ» был рекомендован для доизучения целый ряд подобных рудопроявлений меднопорфирового [1] и медноколчеданного [2, 3] типов; на последних в настоящее время уже проводятся оценочные работы. В 2020–2022 годах проведено доизучение Мамбетовско-Карагайской площади, включающей недооцененные в свое время (ГРР 1978-80 г.г., исследования Серавкина И.Б. [4] и др.) рудопроявления Северо-Мамбетовские I и III (по итогам выполненной переоценки объединены в единое Северо-Мамбетовское рудопроявление).

В геологическом строении Северо-Мамбетовского рудопроявления участвует комплекс пород среднего девона, сверху-вниз: вулканомиктовые флишоиды улутауской свиты; лавы и туфы андезито-базальтового состава ирендыкской свиты; лавы и туфы дацитового, андезито-дацитового и андезитового состава баймак-бурибаевской свиты (Рис. 1). Между породами ирендыкской и баймак-бурибаевской свит залегает

субвулканическое тело крупнопорфировых (до 4–5 мм) кварц-плагиоклазовых риолито-дацитов, перекрывающее восточную часть рудопроявления. Все слагающие рудопроявление породы погружаются в юго-восточном направлении; в западной части перекрывающие толщи эродированы.

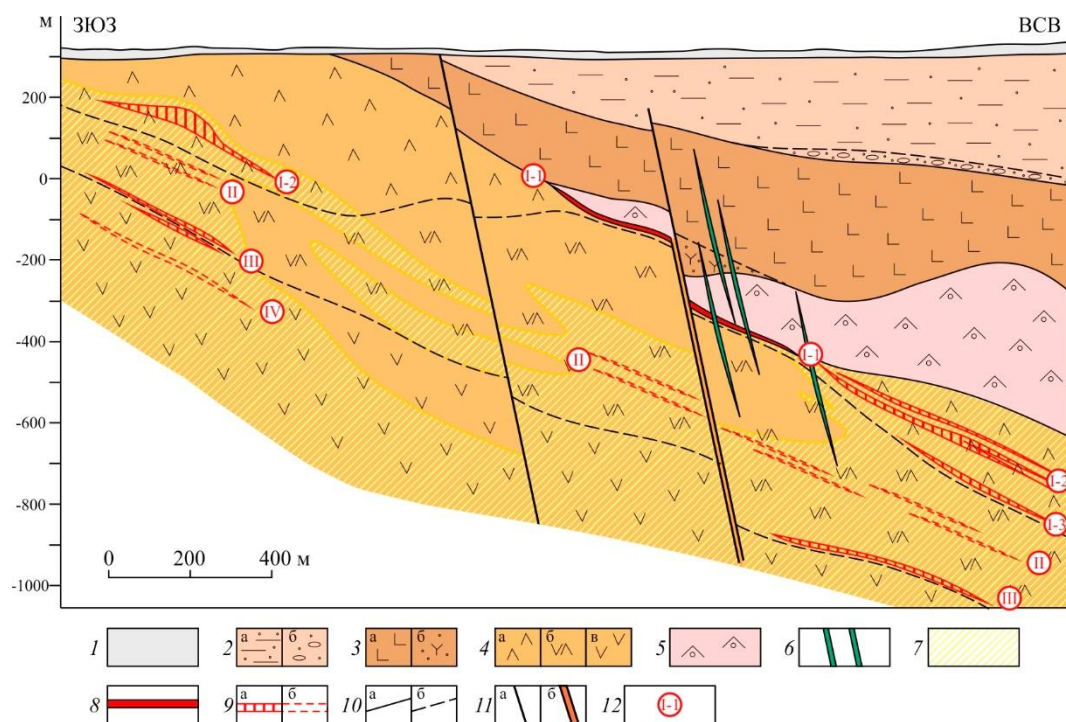


Рисунок 1. Сводный поперечный разрез через Северо-Мамбетовское рудопроявление (составлен автором). Условные обозначения: 1 — рыхлые отложения; 2 — улутауская свита: вулканические флишииды (а), конгломераты с прослоями яшима (б); 3 — ирендыкская свита: андезито-базальты и их туфы (а), туфы смешанного состава (б); 4 — баймак-бурибаевская свита: дациты и их туфы (а), андезито-дациты и их туфы (б), андезиты и их туфы (в); 5 — риолито-дациты субвулканические; 6 — дайки диабазов; 7 — метасоматиты кварц-(хлорит)-серицитовые; 8 — сплошные богатые колчеданные руды; 9 — прожилково-вкрапленные колчеданные руды: богатые (а), бедные (б); 10 — геологические границы: между свитами и комплексами (а), между толщами внутри свит (б); 11 — разломы (а), минерализованный разлом, предположительно рудоподводящий (б); 12 — уровни и подуровни рудолокализации.

В составе рудовмещающей баймак-бурибаевской свиты традиционно выделяют сверху-вниз: дацитовую толщу, сложенную кварц-плагиоклазовыми и плагиоклазовыми дацитами и их туфами; андезито-дацитовую — лавы и туфы андезито-дацитов; андезитовую — лавы и туфы андезитов. Породы свиты практически повсеместно затронуты интенсивными метасоматическими изменениями кварц-(хлорит)-серицитового состава, и сопровождающей их прожилково-вкрапленной сульфидной (пирит, сфалерит, халькопирит) минерализацией. Размеры обобщенного ореола минерализованных метасоматитов в плане оценивается порядка 2×3 км.

Анализ материалов предшественников, данных опробования АО «Северо-Кавказское ПГО» и собственных геологических наблюдений позволил выполнить корреляцию выявленных на рудопроявлении минерализованных зон и рудных интервалов. В результате, автором было выделено четыре уровня рудолокализации.

Самый богатый — верхний уровень рудолокализации (I) приурочен к дацитовый толще баймак-бурибаевской свиты. В его составе уверенно выделяется два подуровня. Верхний (I-1) приурочен к горизонту мелкообломочных осадков, залегающих в кровле свиты. Он вмещает сплошные (массивные, полосчатые, комковатые) руды, предположительно, гидротермально-осадочного происхождения (Рис. 2А). Эти руды формируют крупную в плане (до 300 × 1200 м) субпластовую залежь мощностью от 1 до 8 м. В большинстве случаев подстилающие породы не несут существенных метасоматических преобразований (см. Рис 1). В пределах второго подуровня (I-2), проявленного, зачастую, на периферии залежи подуровня I-1, локализованы прожилково-вкрапленные руды. Этот подуровень приурочен к интенсивно метасоматически измененным (кварц, серицит), брекчированным лавам кварц-плагиоклазовых и плагиоклазовых порфириров дацитового состава и разделяющим их горизонтам разнообломочных туфов. Потенциально промышленное оруденение установлено в пределах данного подуровня на нескольких (2–4) сближенных интервалах мощностью до 15 м. Количество рудных интервалов, в целом, соответствует количеству горизонтов брекчированных дацитов, в которых концентрируется самая богатая минерализация (Рис. 2Б). В приподошвенной части дацитовой толщи иногда можно условно выделить подуровень рудолокализации I-3, представленный одним рудным интервалом. Все руды верхнего уровня характеризуются комплексным золото-цинково-медным составом и достаточно высокими содержаниями полезных компонентов.

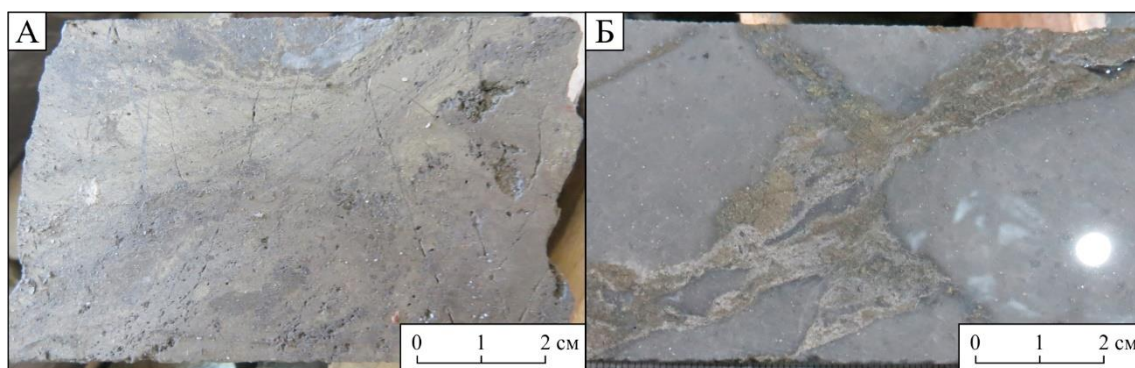


Рисунок 2. Сплошные (А) и прожилково-вкрапленные (Б) богатые золото-цинково-медные руды верхнего уровня рудолокализации Северо-Мамбетовского рудопроявления (спилы керна).

Второй уровень рудолокализации (II) приурочен к андезито-дацитовой толще (чаще всего к ее средней части), представлен прожилково-вкрапленными рудами. По своему строению близок подуровню I-2, однако масштабы распространения минерализованных пород с повышенными содержаниями полезных компонентов в нем ограничена, рудные интервалы выявляются редко. В пределах данного уровня обычно присутствует 2 рудных интервала, разделенные слабоминерализованными породами.

Уровень III приурочен к контакту андезито-дацитовой и подстилающей ее андезитовой толщ. Он выражен несколькими (от 1 до 4–5) сближенными интервалами концентрации прожилково-вкрапленной минерализации. Учитывая глубокое залегание данного уровня рудолокализации, он вскрыт единичными скважинами только в западной (наиболее поднятой) части рудопроявления, тем самым, его продуктивность и масштабы развития потенциально-промышленного оруденения изучены пока недостаточно. Вместе с тем, установленные подсечения достаточно богатых медно-

цинковых (иногда золотосодержащих) руд могут указывать на его высокую перспективность.

Также в западной части рудопроявления известны единичные маломощные рудные подсечения в пределах средней части андезитовой толщи (уровень IV). Их продуктивность, по имеющимся данным, не высокая, масштабы распространения минерализации данного уровня к настоящему времени не установлены.

Учитывая достигнутые по результатам поисковых работ показатели прогнозных ресурсов, соответствующие среднему по масштабам объекту золотосодержащих медно-цинковоколчеданных руд, ФГБУ «ЦНИГРИ» рекомендована постановка на рудопроявлении оценочных работ. Кроме того, перспективы рудопроявления могут быть расширены за счет изучения глубоких горизонтов, а именно прослеживания оруденения уровня рудолокализации III.

Выводы

На основе увязки вновь полученных и ретроспективных данных в пределах рудопроявления Северо-Мамбетовское выделены 4 уровня рудолокализации, соответствующие различным частям рудовмещающего разреза баймак-бурибаевской свиты. Наиболее богатые и мощные рудные пересечения установлены на уровнях рудолокализации I — в пределах дацитовой толщи и III — на контакте андезито-дацитовой и нижележащей андезитовой толщ, что позволяет рассматривать именно их в качестве потенциально-промышленных и первоочередных для последующей оценки.

Благодарности

Автор благодарит научного руководителя работ — зав. научно-методическим отделением ФГБУ «ЦНИГРИ» А.Г. Волчкова, а также руководство и геологическую службу АО «Северо-Кавказское ПГО»: первого заместителя Управляющего директора В.Н. Еремина, главного геолога О.П. Туаева, ведущего геолога С.Т. Манукяна, геолога I кат. С.А. Эминова за плодотворное сотрудничество в проведении исследований.

Библиография

1. Андреев А.В., Гирфанов М.М., Куликов Д.А. и др. Рудные районы с медно-порфировым оруденением — перспективная минерально-сырьевая база меди Южного Урала // Отечественная геология. – 2018. № 4. – С. 3–17.
2. Никешин Ю.В. Палеовулканизм и колчеданное оруденение Новопетровской перспективной площади (Республика Башкортостан) // Научно-методические основы прогноза, поисков и оценки месторождений благородных, цветных металлов и алмазов. Сб. тез. докл. VII науч.-практ. конф. – М.: ЦНИГРИ, 2017. – С. 85.
3. Никешин Ю.В., Татарко Н.И., Двуреченская С.С. и др. Вулканическая структура Южно-Подольского рудопроявления на Южном Урале // Научно-методические основы прогноза, поисков и оценки месторождений благородных, цветных металлов и алмазов. Сб. тез. докл. IX науч.-практ. конф. М.: ЦНИГРИ, 2019. С. 192–193.
4. Серавкин И.Б. Палеовулканизм и колчеданные месторождения Южного Урала // Литосфера. – 2002. № 1. – С. 37–60.

Вклад механизмов тектонических движений/деформаций в развитие геолого-структурной обстановки/среды эндогенного рудообразования Васильев Н.Ю. • (МГРИ-РГГРУ, geostress@mail.ru), Мострюков А.О. (ГО «Борок» ИФЗ РАН, most57@mail.ru), Петров В.А. (ГО «Борок» ИФЗ РАН, var_borok@mail.ru)

Аннотация

По информации о векторах тектонических движений определены деформационные механизмы структурирования горной породы в среде эндогенного рудообразования.

Ключевые слова

тектонические движения, деформации, объемное разуплотнение

Источники финансирования

Работа выполнена при финансовой поддержке ООО ТЕХСЕРВИС и госбюджетной темы ИФЗ РАН “Геофизические поля средних широт : мониторинг и моделирование ” (номер гос.Регистрации АААА-А17-117040610184-3).

Теория

Первое предположение о связи рудообразования с динамикой недр сделано М.В.Ломоносовым в работе «О рождении руд от трясения Земли». Позже, В.М. Крейтер также писал о связи гидротермальных руд с явлением «...общего расширения (dilatance)...» горных пород и аргументировал это наличием минерализованных зон и тектонических брекчий, и глинки трения в рудоносных структурах таких месторождений (1947, 1948 гг). В работе «Структуры рудных полей и месторождений» он указал: «...для решения структурных задач одних геологических наблюдений недостаточно...необходимо также заниматься механизмами тектонических деформаций, т. е. изучать физические явления и процессы в земной коре...» (1956 г). Однако, неоднозначность информации о трещинах рудных этапов развития месторождений ограничивала возможность выполнения его рекомендаций. Эта работа стала возможной на основе «кинематического» метода анализа векторов тектонических движений [О.И.Гущенко, 1973 и др.].

Из механики деформационных процессов известно, что наибольшей информативностью обладают данные о векторах тектонических движений по сравнению с данными об ориентации трещин. В геологии такими векторами являются тектонические штрихи и борозды скольжения. Их сбор проводят in situ в горных породах, фиксируя кинематику тектонических движений по направлениям и знакам относительного движения крыльев трещин и разрывов. По данным о кинематике разновозрастных и разнонаправленных тектонических движений для рудных объектов реконструировано шесть последовательных этапов инверсионной смены механизмов тектонического деформирования горных пород в циклах тектогенеза [Васильев Н.Ю., Мострюков А.О., 2001], – геолого-структурной истории формирования месторождений (рис.1). Выделение этапов обосновано направленной пространственно-временной изменчивостью тектонофизических параметров деформации, а именно, кинематического типа механизмов деформации и количественного соотношения между девиаторными компонентами тензора напряжений [Васильев Н.Ю., Мострюков А.О., 2007].

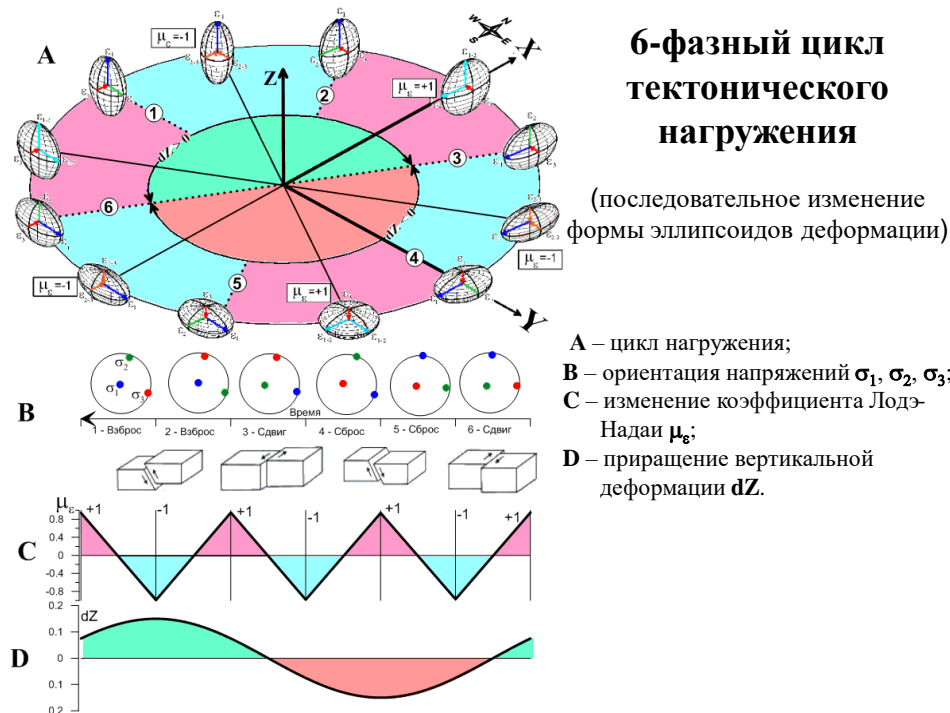


Рисунок 1. Инверсионная смена напряженного состояния горных пород в 6-фазном цикле тектонических деформаций, отражаемая в изменении величин, ориентаций осей ($\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$) и формы эллипсоидов деформации.

Важнейшим фактором развития эндогенных месторождений полагают потоки полигенных флюидов в земной коре и мантии [Флюидные..., 2002]. Природу направленного движения флюидов к зонам деформационного вскрытия среды рудообразования, вероятно, следует связывать с процессами объемного разуплотнения – дилатансией (дилатацией) горных пород. Этот вывод основан на результатах реконструкций циклов тектонических деформаций на примере многих эндогенных месторождений металлов и неметаллов ([Васильев, Мострюков, Петров, 2016]).

Результаты

Численными признаками разуплотнения структуры рудных объектов являются тектонофизические параметры механизмов деформации горных пород: 1) взбросовый тип механизма деформаций, фиксируемый по крутой ориентации оси “относительного” растяжения $\sigma_1 \geq 60^\circ$; 2) отрицательные значения коэффициентов Лодэ-Надаи ($-\mu_e$ и $-\mu_\sigma$), фиксируемые по форме (по соотношению величин осей) эллипсоидов, соответственно, напряжений и деформаций; 3) положительное приращение вертикальной компоненты деформации ΔZ , фиксируемое по направлению на зенит [Васильев, Мострюков, 2007].

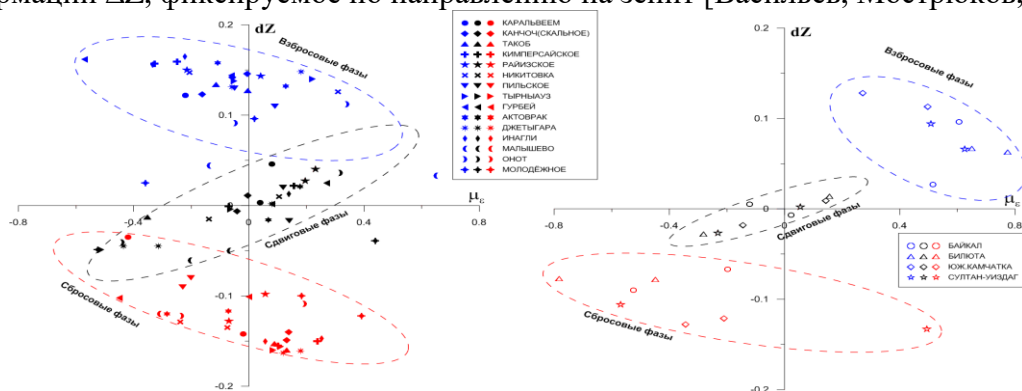


Рисунок 2. Деформационные режимы развития геолого-структурных обстановок

Диаграммы изменения значений $(\pm\Delta Z)/(\pm\mu_\sigma)$ в рудоносных и безрудных зонах деформаций исследованных объектов четко разделяются на две группы по изменению значений этих параметров (рис.2). Цветом выделены различные механизмы деформаций для каждой фазы (синий – взбросовые, черный – сдвиговые, красный – сбросовые). Как можно видеть, основное различие между этими диаграммами состоит в том, что для рудной группы характерно наличие точек взбросовой фазы в квадранте диаграммы с $(\mu_\sigma < 0)$ и $(\Delta Z > 0)$, как и полагается в условиях объемного разуплотнения горных пород.

Пример результатов реконструкций для Гурбейского месторождения золота выполнен на основе исходных данных двух типов (см. Таблица). Во-первых, по геологической информации о векторах тектонических движений на плоскостях трещин вмещающих горных пород и руд Центрального участка объекта (1204 вектора). Во-вторых, по сейсмологической информации о механизмах землетрясений в пределах исследуемого региона по данным 1978-2011 г.г., опубликованным в каталогах.

Фазы деформации	Механизм деформации	Ориентация осей главных напряжений			$\pm\mu_\epsilon$	$\pm\Delta Z$
		σ_1	σ_2	σ_3		
А(сейсм.)	Сдвиговый	82°∠3°	221°∠86°	352°∠0°		
А (новейшая)	Сдвиговый	13°∠0°	283°∠78°	103°∠12°	+0.08	-0.10
В	Сбросовый	189°∠1°	99°∠15°	284°∠75°	-0.00	-0.10
С	Сбросовый	280°∠0°	190°∠4°	10°∠86°	-0.45	+0.03
Д	Сдвиговый	273°∠1°	21°∠87°	183°∠3°	+0.27	+0.14
Е	Взбросовый	277°∠90°	277°∠0°	187°∠0°	-0.06	+0.16
Ф (древняя)	Взбросовый	348°∠86°	184°∠4°	94°∠1°	-0.57	+0.01

Сравнение параметров деформаций фаз А_{сейсм} и А_{нов} свидетельствует об унаследованном развитии региона в условиях проявления сдвиговых механизмов деформаций при меридиональной ориентировке оси сжатия, и широтной ориентировке оси растяжения. Более древние механизмы деформаций (фазы Е и F) определяли развитие движений со взбросовой кинематикой и контролировали развитие процессов объемного разуплотнения горных пород, – формирования обстановок рудообразования.

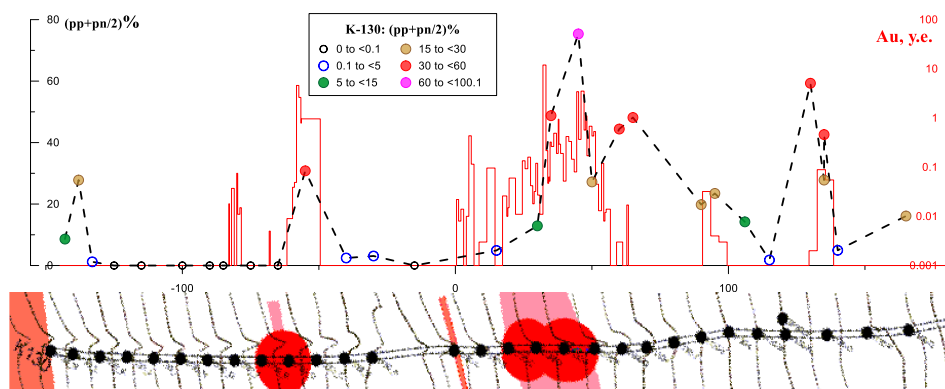


Рисунок 3. Изменение содержания Au в пробах (шкала справа) и параметров дилатансии (цветные точки, шкала слева) по полотну разведочной канавы K-130. Черные точки - пункты замеров ориентировки векторов тектонических движений.

Формирование локальных выборок производилось для всей площади, на которой были сделаны замеры направлений сколовых смещений. Каждая выборка содержала не менее 50 замеров в радиусе 50 м от центра выборки. Результаты обработки этих выборок позволило реконструировать пространственное распределение тензоров тектонических

напряжений локального ранга для каждой фазы цикла. Оценка вероятности связи между процессами деформационного разуплотнения горных пород и эндогенного рудообразования (важного для прикладной и фундаментальной геологии) проведена по результатам реконструкций локального ранга. Для этого использованы выборки вдоль канав с известными результатами геохимического опробования по содержанию Au. Результаты сопоставления показаны на рис.3.

Выводы

Выявлена информация о вероятной генетической связи эндогенного рудообразования с процессами объёмного разуплотнения горных пород. Определены частотные характеристики проявления дилатационных механизмов тектонических деформаций. Характеристики этих механизмов установлены по трём количественным параметрам полей тектонических напряжений/деформаций. В комплексном сочетании друг с другом они имеют прогностическое значение.

Объёмное разуплотнение горных пород сопровождается закономерным увеличением площади контакта твердой фазы пород с рудоносным флюидом и, соответственно, – ростом количества реагирующих веществ в единицу времени на единице поверхности контакта. Дилатационно-взбросовый механизм тектонических деформаций можно полагать закономерным кинетическим фактором формирования среды рудообразования. Возможно, с действием этого фактора генетически связаны и известный экспоненциальный рост «рудных» содержаний полезных компонентов (относительно кларковых), и формирование уникальных месторождений.

Библиография

Васильев Н.Ю., Мострюков А.О. Закономерности развития циклов деформации в процессах тектогенеза // Тектоника неогена: общие и региональные аспекты (Мат-лы XXXIV Тектонического совещания), М.:Геос, 2001 Т.1, С. 90-93.

Васильев Н.Ю., Мострюков А.О. Особенности рудолокализирующих условий деформации геологической среды в характеристиках тектонических полей напряжений.//Материалы XL Тектонического совещания «Фундаментальные проблемы геотектоники», М.: ГЕОС, 2007, Т.1, С. 126-130

Васильев Н.Ю., Мострюков А.О., Петров В.А. Синрудные фазы деформации горных пород в циклах изменения условий тектонического нагружения геолого-структурных обстановок эндогенного рудообразования / IV конференция «Тектонофизика и актуальные вопросы наук о Земле» М., 2016 г., т. 2, С.8-16.

Гущенко О.И. Анализ ориентировок сколовых перемещений и их тектонофизическая интерпретация при реконструкции палеонапряжений //ДАН СССР, сер. геофиз.,1973, Т.210, №2. С.331-334

Петров В.А., Мострюков А.О., Васильев Н.Ю. Структура современного поля напряжений мезо-кайнозойского цикла деформации Байкальской рифтовой зоны // Геофизические исследования. 2008, т.9, № 3, с. 39 – 61.

Флюидные потоки в земной коре и мантии. / Материалы Всероссийского симпозиума 26-28 февраля 2002 г., М., ИГЕМ РАН, 2002, 207с.

Золотоносность фосфоритов – состояние проблемы Георгиевский А.Ф.
(Российский университет дружбы народов, georgievskiy-af@rudn.ru), Бугина В.М.
(Российский университет дружбы народов, bugina-vm@rudn.ru), соавтор И.О.
(организация, e-mail)*

Аннотация

Дан обзор связи золотой минерализации с фосфоритовыми породами. Показано, что накопление золота в фосфоритах носит случайный характер, который зависит от особенностей геологии региона. Фосфориты для золота являются не более как промежуточным «накопительным коллектором», и практическую золотоносность эти породы могут иметь лишь в сугубо «частных» случаях.

Ключевые слова

Золото, фосфориты, геологические обстановки, практическое значение

Теория

Вопрос о золоте в фосфоритах возник недавно, когда в начале нынешнего века для геологов стали поступать сверхточные приборы, способные определять концентрации элементов в «кларковых» количествах. До этого вековой опыт глубокой химической переработки фосфоритов в удобрения не давал основания для появления серьезного интереса к этой проблеме. Тем более, что их геохимическое изучение на уровне монографий подтверждало сложившиеся представления. Вместе с тем известны обстановки с накоплением осадочной золотой и фосфорной минерализации. Это фации прибрежного мелководья с глауконито-песчаными осадками и скоплениями россыпей. Примерами являются мезозойские фосфоритоносные бассейны Русской плиты (Вятско-Камское и Егорьевское месторождения), фосфоритовые титан-цирконовые россыпи Воронежской антеклизы, Унечского месторождения на Брянщине, а также россыпи Центрального месторождения в Тамбовской области. Повышенная золотоносность этих объектов выявлена в 60-х годах XX века при проведении специализированных работ по оценке на Au чехла Восточно-Европейской платформы. В частности, в желваковых фосфоритах Кимовского и Егорьевского месторождений были установлены концентрации золота в количествах от 50 до 200 мг/т [7]. В мел-палеогеновых желваках Украины и Воронежской антеклизы зафиксированы содержания Au на уровне 30–78 мг/т. Более поздние исследования подтвердили присутствие золота в желваковых фосфоритах, но с неравномерным и низким содержанием металла: от 0,3 г/т для Егорьевского, до 0,012–0,065 г/т – для Уколовского и Вятско-Камского месторождений. В 6 образцах сеноманских фосфоритов Ливенско-Богучарской тектонической зоны Воронежской антеклизы определены концентрации золота от 1,1 до 4,7 г/т. Однако, такие значения – исключения, поскольку по данным [6] они являются результатом наложенной низкотемпературной гидротермальной минерализации, проявленной в зоне тектонически ослабленных пород. Сказанное подтверждают работы по геологическому доизучению площади Воронежской антеклизы по программе ГДП-200. В ходе их выполнения проведены исследования 80 проб фосфоритовых желваков на содержания Au. Примерно половина из них оказались «пустыми». Максимальные количества металла в остальных пробах не превышали 6 мг/т. Золото в основном мелкое и тонкое, размером менее 0,2 мм с признаками кластогенного и аутигенного происхождения. Средние его содержания у разных авторов варьируют от 0,05–0,51 г/т (для мезозойских

руд), до 0,3 г/т – у фосфоритовых желваковых конкреций венда-нижнего кембрия Подолии. Причины расхождений связаны с различиями минерального состава желваков на месторождениях. Последний, существенно глинистый – на Вятско-Камском, глауконитовый – на Егорьевском и песчанистый – на месторождениях Воронежской антеклизы. Близкие данные получены для фосфоритов, сопровождающих титан-цирконовые россыпи Центральная и Унечская. Ранее содержания Au в фосфоритовых желваках Центрального месторождения оценивались в пределах 0,05–1 г/т, при средней концентрации металла в рудных песках 200 мг/м³. Это позволяло предполагать возможность организации его попутного извлечения при получении титан-цирконового концентрата. Повторные работы, выполненные в 2018 г с использованием пробирного анализа, показали, что содержание в продуктах обогащения составляет менее 0,01 г/т. Также низкие концентрации металла (0,002 г/т) установлены и при изучении 59 проб желваков фосфоритов, полученных из рассевов рудных песков [2]. Золото тонкое (до 0,1 мм) и ультратонкое. Наибольшее число знаков соответствует гранулометрическому классу 0,03+0,05 мм. Золотины с признаками и без признаков окатывания, часто таблитчатые, а также дендритовидные, игольчатые. Не исключено, что последние отмеченные формы являются результатом их эксгальционно-осадочного происхождения [6]. Изучением обогатимости технологических проб фосфоритовых рудных песков Унечского месторождения занимались институты ГИРЕДМЕТ и ГИГХС. В выделенных концентратах тяжелых минералов золото не обнаружено. Однако, это не означает его полного отсутствия на месторождении. Более поздними исследованиями в нескольких образцах были установлены содержания металла на уровне 0,1–2 г/т [3]. Таким образом, можно сделать вывод, что Au для терригенных фосфоритовых отложений является часто встречающимся акцессорным минералом. Это видно даже на примере ордовикских песчаных ракушечных фосфоритов, промышленная отработка которых ведется с середины прошлого века в Прибалтийском бассейне. Здесь, в одном из концентратов Кингисеппского месторождения установлены знаки Au с размером частиц до 2мм [4]. Активно обсуждается вопрос о генетическом происхождении золота. Рассматривается три возможных версии: кластогенная, эксгальционно-осадочная и сорбционная (хемогенная). Если кластогенная природа большинства золотин не вызывает сомнения, то две другие версии нуждаются в пояснениях. А.Д. Савко с соавторами убедительно показал участие эксгальционных низкотемпературных гидротермальных растворов в формировании аутигенного золота в осадочных породах и заключенных в них фосфоритах [6]. Что касается сорбционных процессов, то уже на ранних стадиях изучения золотоносности фосфоритов высказывались предположения о ведущей роли диагенетического хемогенно-сорбционного механизма в концентрации золота на фосфатной и органо-фосфатной матрице с последующим его восстановлением до металлического состояния [7]. Ярким подтверждением служат результаты изучения Au в раковинах фосфатных брахиопод из кембрийско-ордовикских отложений Прибалтийско-Ладожского бассейна. Методом нейтронно-активационного анализа в них установлены средние содержания Au на уровне 0,79–0,88 мкг/г. Важно подчеркнуть, что золото присутствует на поверхности органических остатков в форме частиц 3–20 мкм и является результатом сорбционного осаждения из иловых растворов в ходе диагенетических преобразований осадка. В качестве источника металла рассматриваются коры выветривания, формировавшиеся на Балтийском щите в раннем палеозое [8]. Новые возможности в изучении золотоносности фосфоритов появились с внедрением современных аналитических технологий. Пионерскими работами стали исследования Г.Н. Батурина и его коллег. Методами сканирующей микроскопии в фосфоритах шельфа океана выявлены идиоморфные, пластинчатые и веретенообразные кристаллиты Au размером в доли микрон аллохтонного и аутигенного происхождения.

Этим же автором получены и сопоставлены данные по концентрациям металла в современных и четвертичных шельфовых фосфатных образованиях, а также в мезокайнозойских континентальных зернистых фосфоритах месторождений Перу, Марокко и галечных фосфоритах полуострова Флориды (США) [1]. В целом, содержания металла в океанских и континентальных фосфоритовых образованиях сопоставимы: в первом случае – 0,49–24,07 мг/т, во втором – 0,76–19,68 мг/т. Для континентальных руд максимальные содержания золота установлены в фосфоритах Марокко (19,68 мг/т). Более существенные его концентрации приводятся в работе [9]. В частности, в зернистых фосфоритах Египта средние содержания Au оцениваются в 0,1 г/т, при максимальных его значениях в 0,35 г/т. Для аналогичных марокканских и сенегальских руд – менее грамм на тонну, но в единичных случаях зафиксированы значения в 10,1 и 18,8 г/т. Однако, такие цифры получены рентгено-флюоресцентным анализом и поэтому требуют проверки. Большая часть Au ультратонкое (<0,5мкм). В ряде проб оно не установлено и, по-видимому, присутствует в форме наночастиц. Г.Н. Батуриным рассчитан кларк Au в океанских и континентальных фосфоритах. По его данным он находится на уровне 6 мг/т. Для промышленных типов фосфоритов такая оценка, очевидно, соответствует действительности. Приводимые в других более поздних работах содержания Au близки к отмеченному параметру. Таким образом, вышеизложенный материал, согласуется с мнениями многих авторов, что фосфориты для золота являются промежуточным коллектором, насыщенность которого металлом зависит от внешних факторов (геологического строения регионов, активности формирования кор выветривания золотосодержащих пород, характера тектонического режима территорий). С точки зрения промышленности значение золотоносности фосфоритов невелика. Максимум — это низкорентабельная попутная добыча металла из фосфатных титан-цирконовых песков [2], и, возможно, его получение по сложной неосвоенной технологии из раковин ордовикских брахиопод Прибалтики [8]. Особое место занимает Au карстовых фосфоритов Харанурского месторождения в Бурятии. Здесь проведена разведка и подсчитаны запасы по С₂ в объеме 4,6 тонн при средних содержаниях от 1,15 до 2,51 г/т [5]. Карстовая залежь ограничена крутопадающими разломами. С востока она граничит с ультрабазитами, а с запада – на протяжении 50–250 м, отделена от выходов коренных фосфоритов полями доломитов и рассланцованных вулканитов. В контурах залежи выделяется от 1 до 4 рудных тел с изменчивым распределением фосфата (от 7 до 27 % Р₂О₅) и значительной вариацией мощности (0,5–20м). Фосфориты как рыхлые, так и сцементированные, и относятся к остаточному и инфильтрационно-метасоматическому типам карстовых руд. Вмещающие отложения – супеси, пески, алевриты, маршаллиты, а также скопления дресвы и щебня. Обломочный материал: кремни, коренные фосфориты, выветрелые вулканиты, диориты, тальк-серпентинитовые породы. Золото присутствует по всему разрезу залежи, но крайне неравномерно (0–16 г/т). Золотины мелкие (-2+0,25 мм), иногда со слабыми следами окатанности [5]. В качестве источника Au рассматривались коренные породы фосфоритной пачки венда и отложения, примыкающие к карстовой залежи. Методом нейтронно-активационного анализа изучены пробы: фосфоритовых руд (7–35 % Р₂О₅) (26 шт), углеродисто-глинистых фосфатных сланцев (0,5–3,7 % Р₂О₅) (5 шт), дайковых пород (4 шт), а также вулканитовых и тальк-серпентинитовых сланцев (3 шт). Присутствие Au отмечено: в фосфоритовых рудах (0,01–0,17 г/т), углеродистых сланцах (0,05–0,11 г/т) и дайках (1,1–3,2 г/т). Дайки мощностью от долей м до 5 м, с «горячими» контактами и субсогласным залеганием, представлены микродиоритами и андезит-порфиритами, которые интенсивно преобразованы гидротермальными процессами: серицитизацией, альбитизацией, хлоритизацией, карбонатизацией, пиритизацией (рис.1). Выделения пирита размером до 5 мм, составляют от 5 до 30% и в

монофракции содержат от 1,3 до 7,4 г/т Au. Учитывая этот факт, можно сделать заключение, что присутствие золота в карстовых фосфоритах Харанурской залежи связано с дайковым пиритизированным обломочным материалом, преобразованным в ходе карстообразования.

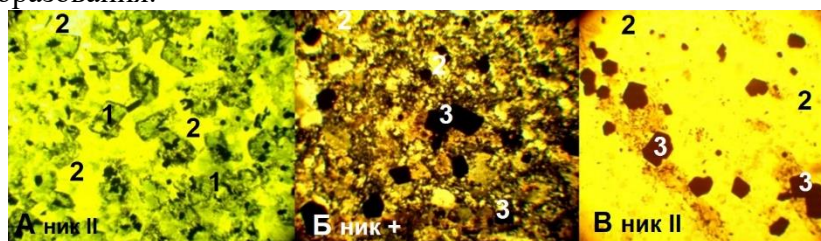


Рисунок 1. Измененные дайковые породы: А,Б – апомикродиориты: 1 – замещенные хлоритом вкрапленники амфибола; 2 – альбит-серицитовые участки; 3 – включения пирита; В – андезитовый порфирит: 2 – альбит-серицитовые участки, 3 – включения пирита.

Выводы

Золото не является обязательной составной частью фосфоритов и, как правило, его концентрации не имеют серьезного промышленного значения. Накопление золота в этих породах – это результат сочетания многих, часто случайных и мало связанных между собой, различных геологических факторов.

Библиография

1. Батурин Г.Н., Асавин А.М., Колесов Г.М. Благородные металлы в современных и древних фосфоритах. 2006 б. ДАН. Т. 407. С.384-387
2. Бондаренко С.В. Распределение попутного золота в титан-цирконовых песках россыпи «Центральная» (Тамбовская область). Вестник ВГУ. 2018. № 3. С.66-73.
3. Долженко В.Н. Новые данные о геохимии россыпей Унечского месторождения и перспективы их золотоносности Вестник Брянского университета. 2008 № 4. С.128
4. Константинов В.М., Казаков А.А. Золото в фосфоритах Кингисеппского месторождения Русской платформы. Отечеств. геология. 2005. № 6. С. 48-51
5. Миронов А.А., Миронова Е.А. Геологическое строение и полезные ископаемые Харанурского рудного поля. Разведка и охрана недр 2017. С. 17-27
6. Савко А. Д., Шевырев Л. Т. Эксгальционно-осадочная металлоносность Воронежской антеклизы – новые горизонты поисков рудных месторождений в осадочном чехле. Статья 1. Вестник ВГУ. 1999. Сер. геол. № 7. С. 139–155.
7. Турлычкин З.М., Горенков НЛ. Фосфориты-адсорбенты золота и восстановители до свободно-металлического. Геологический вестник центральных районов России. 1999. № 3. С. 14-17.
8. Фелицын С.В. Золото в биогенных остатках Прибалтийско-Ладожского фосфоритоносного бассейна. Записки горного института 2022. Т 255. с 470-475.
9. Школьник Э.Л., Абдель Могхин М.В. Золото и серебро в мезо-кайнозойских фосфоритах Северной Африки. Уральский геологический журнал. 2012. №5. С.14-12

Петрохимическая характеристика скандиеносных пород дяктарской свиты триас-юрского возраста Накынского кимберлитового поля Якутии Еременко Р.У.*

*(МГРИ, eremenko-ruslan@mail.ru), Игнатов П.А. (МГРИ, petrignatov@gmail.com),
Илларионов П. Н. (АК АЛРОСА (ПАО), illarionovpn@alrosa.ru)*

Аннотация

В осадочных и магматических породах Накынского, Сюльдюкарского и Мирнинского алмазоносных полей Якутии выявлены повышенные содержания Sc. В Мирнинском поле на участке Улахан-Курунг-Юрях они преимущественно связаны с зонами древнего пластового и пластово-трещинного окисления [1], при этом максимальные значения достигают 81,5 г/т. В Сюльдюкарском поле концентрации Sc в основном установлены в каменноугольной линейной коре выветривания, развитой по Сюльдюкарским кимберлитам и достигают 204,5 г/т. [2]. Самым перспективным на скандий алмазоносным полем Западной Якутии является Накынское. Помимо большого количества проб с повышенным содержанием Sc (48 проб выше 100 г/т) и единичными ураганными значениями в осадочных породах (до 886 г/т), данное поле интересно в связи с богатым фактическим материалом, полученным в результате поискового бурения на алмазы и развитой инфраструктурой. Большая часть высоких концентраций скандия в Накынском поле связана с терригенными породами дяхтарской свиты. Ниже проанализированы петрохимические модули дяхтарской свиты по результатам Рентгенфлуоресцентных анализов.

Ключевые слова

Скандий, осадочные породы, петрохимические модули, Накынское кимберлитовое поле, Западная Якутия

Источники финансирования

Грант РФФ номер 23-27-00280

Теория

В качестве исходных данных была взята база данных из 46763 РФА анализов, выполненных ЦАЛ ВГРЭ АК АЛРОСА (табл.1). Перед началом интерпретации геохимических данных был проведен петрографический и стратиграфический отбор результатов анализов с учетом макрокомпонентов. В результате был получен массив из 9021 пробы глинистых пород дяхтарской свиты.

Таблица 1. Содержания Sc в породах Накынского поля

	Количество проб	Содержания скандия		Кларк (г/т) [3]
		Выше 100 (г/т)	Выше 50 (г/т)	
В корах выветривания	2554	5	16	12
В породах дяхтарской свиты (J1dh)	9808	29	153	12
В карбонатных породах нижнего палеозоя	25753	7	33	1

В магматических породах основного состава	306	3	15	30
---	-----	---	----	----

Для описания характеристик пород были выбраны генетические петрохимические модули (гидролизатный модуль, алюмокремневый модуль и общая нормативная щелочность), а также элементные фациальные индикаторы, такие как Fe/Mn и Ti/Zr, которые фиксируют глубину осадконакопления и дальность переноса вещества соответственно.

Гидролизатный модуль вычисляется по формуле $Al_2O_3+Fe_2O_3+FeO/SiO_2$, используется при изучении терригенных и глинистых отложений и дает возможность разделять породы, содержащие либо продукты гидролиза (каолинит, оксиды алюминия, железа, марганца), либо кремнезем, т. е. чем выше значения этого модуля, тем более сильное и глубокое выветривание претерпели исходные породы источников сноса [4]. Из 9021 пробы дяхтарской свиты 42.1% относятся к глинистым породам, 30.7% к глинистым силицитам, 14.8 к слабоглинистым силицитам, 3.5% к силицитам и 8.9% к породам интенсивного выветривания (гидролизатным) (табл.2). Большая часть значений отражает среднюю степень выветрелости пород. При этом, 83% всех проб с содержанием Sc выше 100 г/т находятся именно в гидролизатных породах, которые содержат либо каолинит, либо свободные оксиды алюминия, железа и марганца и отражают глубоко выветрелые коры выветривания. 17% относятся к терригенным глинистым породам и только 1 проба относится к глинистым силицитам (кремнисто-глинистые сланцы) или мезомиктовым и полимиктовым кварцевым песчаникам и алевrolитам. В то же время, силициты и слабоглинистые силициты вообще не содержат повышенных концентраций скандия. Алюмокремневый модуль, который зачастую дублирует гидролизатный модуль, также подтверждает, что большинство проб с повышенным содержанием скандия относится к гидролизатным породам, связанным с корами выветривания.

Таблица 2. Соотношение петрохимических типов глинистых пород с концентрациями скандия

	Количество проб	Процент проб от общего числа (%)	Процент проб с содержанием Sc выше 100 г/т (%)
Гидролизатные глинистые породы	806	8.9	82.76
Глинистые породы	3800	42.1	13.79
Глинистые силициты	2765	30.7	3.45
Слабоглинистые силициты	1331	14.8	-
Силициты	319	3.5	-
Всего	9021	100	100.00

Общая нормативной щёлочность, или «полевошпатовый индикатор», отражает смесь гидрослюд и полевых шпатов. Вычисляется по формуле K_2O+Na_2O/Al_2O_3 [4]. По этому показателю гипощелочные, нормальнощелочные и повышеннощелочные

представлены примерно поровну и образуют 99.5% всех типов пород. Единичными оказались пробы высоко- и гиперщелочных отложений (табл. 3). Как и в случае с гидролизатным модулем, большинство проб с повышенным содержанием Sc (79.31%) относятся к гипощелочным (малощелочным) породам.

Таблица 3. Соотношение петрохимических типов глинистых пород с концентрациями скандия

	Количество проб	Процент проб от общего числа (%)	Процент проб с содержанием Sc выше 100 г/т (%)
Гиперщелочные	3	0.03	-
Высокощелочные	50	0.55	-
Повышеннощелочные	2357	26.13	6.90
Нормальнощелочные	3362	37.27	13.79
Гипощелочные	3249	36.02	79.31
Всего	9021	100	100.00

Fe/Mn индикатор показывает глубину осадкообразования глинистых отложений и его значения указывают на то, что большинство пород (72,4%) формировались в поверхностных условиях, однако 28% отложений по данному индикатору формировались в морском мелководье, что отражает материал попавших в кору выветривания из морских карбонатных толщ нижнего палеозоя.

Индикатор Ti/Zr указывает на дальность переноса вещества и основан на том, что при длительной транспортировке значения этого модуля уменьшаются вследствие лучшей сохранности циркона в сравнении с титансодержащими минералами. 69% проб с высоким содержанием скандия указывают на породы, которые не подверглись дальнему переносу, однако 31% проб, согласно модулю, явно дальнепривносные. Такое большое значение не может быть погрешностью метода и показывает, что среди проб с повышенным содержанием Sc есть породы как ближнего, так и дальнего сноса.

Выводы

Абсолютное большинство проб с содержанием скандия выше 100 г/т в дяхтарской свите Накынского поля, согласно петрохимическим модулям, относятся к гипощелочным, гидролизатным глинистым породам, связанным с корами выветривания. Они преимущественно формировались на поверхности, однако среди них есть продукты как ближнего, так и дальнего сноса.

Библиография

1. Игнатов П.А., Еременко Р.У., Колесник А.Ю., Толстов А.В. Концентрации скандия, связанные с пластовым и пластово-трещинным окислением в карбон-пермских породах и древней коре выветривания Мало-Ботуобинского района Западной Якутии//XXXIII Смирновские научные чтения 28 января 2022 года.
2. Игнатов П.А., Еременко Р.У., Толстов А.В., Овчинников И.М. «Перспективы месторождений скандия в Мало-Ботуобинском, Средне-Мархинском и Ыгыаттинском алмазоносных районах Якутии». Научно-методические основы прогноза, поисков, оценки месторождений алмазов, благородных и цветных металлов. М. ЦНИГРИ. 2022. С. 90-92.

3. Таблица «Средние содержания химических элементов в главных типах горных пород, почвах и земной коре», составленная в отделе «Геоэкология и геохимическое картирование» ИМГРЭ <https://www.geokniga.org/geowiki/средние-содержания-химических-элементов>
4. Скляр Е.В. Интерпретация геохимических данных. М: Интернет Инжиниринг, 2001. — 288 с. ISBN: 5-89594-063-

*Парагенезис W и Mo в скарнах и сопутствующих им метасоматитах (на примере верхнего яруса месторождения Яхтон) Жумагулов А.Б. * (Ташкентский государственный технический университет им. И.Каримова, aydos_770@mail.ru), Жураев М.Н. (Ташкентский государственный технический университет им. И.Каримова., j.techroj@yandex.ru)*

Аннотация

В статье рассмотрена роль магматических образований в формировании апогранитоидного вольфрамового оруденения Яхтонского рудного поля, которые относятся к яхтонскому кварцево-диорит-гранодиоритовому, алмалысайскому габбро-монцонит-сиенитовому и щелочному базальтоиду южно-тяньшанского комплекса.

Ключевые слова

вольфрам, шеелит, породы, минераль, интрузив.

Теория

Золото-вольфрамовое месторождение Яхтон расположено в восточной части Зарафшано-Алайской структурно-формационной зоны и пространственно сопряжено с гранитоидами яхтонского диорит-гранодиоритового комплекса, геохимически специализированного на вольфрам.

Фоновые содержания вольфрама в неизменных гранодиоритах главной фазы 59 г/т [1], при средних содержаниях вольфрама в гранитах – гранодиоритах 2,2-1,7 г/т. Особенностью пород комплекса является сквозная минерально-акцессорная специализация на вольфрам с повышением содержания акцессорного шеелита в ряду диориты и кварцевые диориты (30 г/т) – гранодиориты главной фазы (55 г/т) – гранодиориты из даек (95 г/т) – гранодиорит-порфиры поздней фазы магматизма (105 г/т). Комплекс является рудопродуктивным для формирования скарново-шеелитового оруденения. Месторождение Яхтон имеет двухъярусное строение. *Верхний ярус* объекта сложен породами вулканоганно-терригенно-карбонатной серии, прорванными гранитоидами Яхтонского интрузива. Вольфрамовое оруденение верхнего яруса в основном локализовано в известковых скарнах межпластового, штокверкового и контактового морфотипов. Минерализованные зоны и рудные тела в *нижнем ярусе* месторождения Яхтон выявлены в слепом залегании в гранитоидах Яхтонского интрузива, представленных мезократовыми биотит-амфиболовыми и лейкократовыми амфибол-биотитовыми гранодиоритами, по которым, за счет кремне-щелочного метасоматоза, формируются поликомпонентные метасоматиты (пироксен) – хлорит – карбонат – альбит – кварцевого состава (рис.1).

Метасоматические процессы в верхнем ярусе протекали в две основные стадии: магматическую, с которой связано формирование магнезиальных скарнов и послемагматическую, которая разделяется на три этапа: ранний щелочной (высокотемпературный) с образованием известковых скарнов; этап кислотного выщелачивания, с формированием апоскарновых метасоматитов и поздний с формированием низкотемпературных прожилков [5, 6].

Среди скарновых образований Яхтонского месторождения наиболее широко распространены известковые скарны, которые формируются в щелочную стадию скарнообразования и являются основными носителями промышленной шеелитовой

минерализации. Геденбергитовые и гранат-геденбергитовые скарны являются наиболее распространенными постмагматическими образованиям на месторождении. Ими сложены все промышленные руды контактовых, секущих и межпластовых залежей.

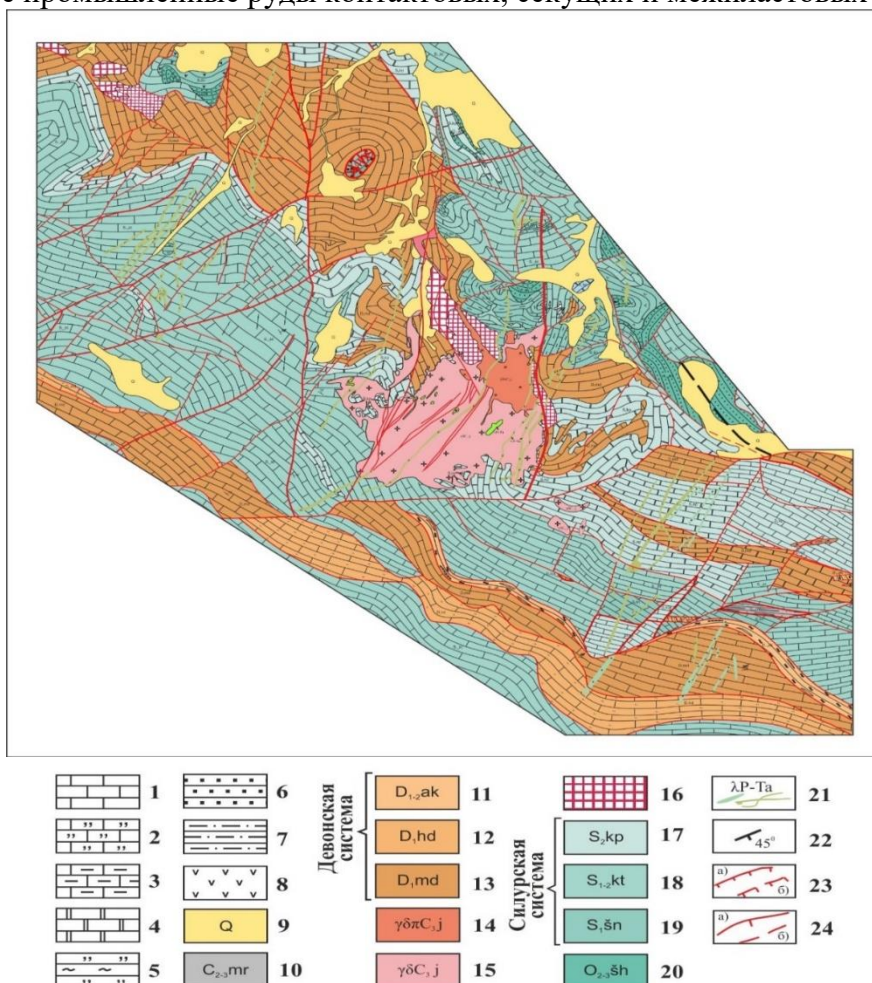


Рисунок 1. Геологическая карта Яхтонского рудного поля.

Условные обозначения.

1 – Известняки; 2 – Известняки-кремнистые; 3 – Мергели-известковые; 4 – Доломиты; 5 – Сланец-окремненные; 6 – Песчаники; 7 – Роговики слюдисто-кварц-полевошпатового состава; 8 – Андезиты; 9 – Четвертичные отложения нерасчлененные; 10 – Каменноугольная система. Средний-верхний отделы нерасчлененные, Маргузарская свита; 11 – Девонская система. Нижний-средний отделы, Акбайская свита; 12 – Девонская система. Нижний отдел, Ходжакурганская свита; 13 – Девонская система. Нижний отдел, Мадмонская свита; 14 – Яхтонский кварцево-диорит-гранодиоритовый комплекс; 15 – Гранодиориты биотит-амфиболовые порфиоровидные мелко-, среднезернистые; 16 – Минерализованные брекчии интенсивно скарнированные; 17 – Силурская система. Верхний отдел, Купрукская свита; 18 – Силурская система. Нижний-верхний отделы, Кутуракская свита; 19 – Силурская система. Нижний отдел, Шингская свита; 20 – Ордовикская система. Средний-верхний отделы, Шахриомонская свита; 21 – Алмалисайский габбро-монзонит-сиенитовый комплекс; 22 – Элементы залегания пород; 23 – Надвиги, взбросо-надвиги: а) прослеженные, б) предполагаемые; 24 – Взбросы, сбросы: а) прослеженные, б) предполагаемые.

Геденбергитовые скарны среди перечисленных ассоциаций являются подавляющими. Они слагают наиболее мощную (до 5,0 м) наружную зону метасоматической колонки в контактовых залежах и всю массу руд секущих и межпластовых тел. В контактовых залежах геденбергитовая зона в сторону

гранодиоритов постепенно сменяется гранат-геденбергитовыми и далее гранат-плагиоклаз-геденбергитовыми ассоциациями.

Гранат-геденбергитовые скарны в контактовых залежах присутствуют не всюду. Они прослеживаются в виде локальных линзовидных и неправильной формы пластообразных тел вблизи наиболее сильно измененных гранодиоритов. Мощность их не превышает 0,1-0,5 м. На многих участках месторождения геденбергитовые скарны непосредственно контактируют с эндоскарновыми гранодиоритами без переходной гранат содержащей зоны.

Основная масса межпластовых, секущих и контактовых экзоскарнов сложена геденбергитом, и, в меньшей степени, салитом и ферросалитом. Геденбергиты с наивысшими показателями преломления ($N_g-1,756$; $N_p-1,728$) приурочены к наиболее сульфидизированным разностям скарнов, а салиты – к гранат-пироксеновым скарнам, где содержания сульфидов незначительные (0,5-3,0 %). В целом пироксены из межпластовых, контактовых и секущих тел мало отличаются друг от друга.

Особое значение для формирования богатых вольфрамовых руд на Яхтонском месторождении может иметь образование отстающего от скарнов шеелита III^{ой} генерации. Значительная часть руд «отстающего» типа формируется вне скарновых зон. В этих случаях морфологически руды выражены минерализованными зонами дробления вмещающих скарны пород, либо жильными образованиями, представленными на месторождении Яхтон кварцевыми жилами и зонами альбитизации и метасоматического окварцевания гранодиоритов с кварц-сульфидными прожилками [7].

Можно считать доказанным фактом, что наиболее богатые и крупные скопления вольфрама возникают там, где происходит наложение парагенетических минеральных ассоциаций, особенно при привносе шеелита II и шеелита III.

Шеелит II генерации, являющийся основным в рудобалансе, характеризуется повышенными содержаниями Au, Ag, Mo, As, Bi, Te, Sg и Zr.

На многих месторождениях и золота (Мурунтау, Кокпатас, Чармитан, Гужумсай в Узбекистане; Кумтор в Кыргызстане; Бакырчик и Суздальское в Казахстане; Олимпиада, Нежданинское в России), и вольфрама (Саутбай, Сарытау, Яхтон) тесные парагенетические соотношения между золотом и вольфрамом отразились в пространственной и количественной корреляции их содержаний.

Золото и вольфрамовая минерализация в указанных месторождениях характеризуются широким спектром парагенетических минеральных ассоциаций и рудоносных метасоматитов. На месторождении Мурунтау [2] не менее 85 % запасов золота сосредоточено в главном продуктивном минеральном комплексе, представленном золото-шеелит-карбонат-калишпат-кварцевой минеральной ассоциацией. Характерны сростания шеелита с самородным золотом, молибденитом, пирротинном, пиритом. Золото образует каймы вокруг зерен шеелита и прожилки в самом шеелите. На месторождении Кокпатас в продуктах золоторудного этапа также выделяется золото-редкометалльная кварц-калишпатовая минеральная ассоциация (Au, W, Bi, Mo). Характерна тесная корреляционная связь Au, As и W. На месторождении Гужумсай шеелит образует рассеянную вкрапленность единичных зерен и их скоплений во внутренних зонах березитов-гумбеитов вблизи кварц-сульфидных жил и в самих жилах. Шеелит отмечен среди минералов золото-пирит-арсенопирит-кварцевой ассоциации и в образованиях золото-полисульфидно-карбонат-кварцевой ассоциации. На месторождении Чармитан также установлена ассоциация шеелита с кварцем, анкеритом, с самородным золотом, сульфидами, сульфоантимонидами и сульфовисмутитами свинца, сульфосолями и теллуридами серебра, что можно рассматривать, как и на Гужумсае, как признаки неоднократного близко-одновременного отложения шеелита с другими рудными минералами в различные

стадии рудного процесса. На месторождении Кумтор [5] золото-вольфрам-сульфидные тела размещаются в зонах гидротермального преобразования углеродистых филлонитов и сопровождаются калишпатизацией, альбитизацией и карбонатизацией.

В последние годы тесные связи золота и вольфрама доказаны и для объектов Южного Букантау (месторождения Сарытау и Саутбай). На этих объектах установлены значительные корреляционные связи между вольфрамом и золотом, что позволило Карабаеву М.С. отнести их к золото-редкометалльным месторождениям [3], а Пирназарову М.М. – к вольфрамово-апоскарново-скарноидному типу с золотом [4].

Выводы.

Таким образом, парагенезис Au и W чрезвычайно важен как в теоретическом, так и в прикладном аспекте. Сквозное накопление вольфрама и золота на месторождении Яхтон характерно для всех стадий рудного процесса, начиная от магматической, при которой формируются магнезиальные скарны; ранней щелочной (известковые скарны); ранней стадии кислотного выщелачивания (апоскарновые метасоматиты) и до поздней стадии кислотного выщелачивания, с которой связано образование низкотемпературной жильно-прожилковой минерализации.

Максимальные концентрации и вольфрама, и золота связаны с постмагматической стадией кислотного выщелачивания, когда первичные пироксеновые и гранат-пироксеновые скарны полностью или частично замещены амфиболом (тремолит, реже актинолит), пирротинном и эпидот-хлоритовым агрегатом, с последующим формированием сульфидно-кварцевых жил с переменным количеством геденбергита и кальцита.

Библиография

1. Даутов А.И. Минералого-геохимические критерии условий формирования и потенциальной рудоносности Кошрабадского и Яхтонского интрузивов (Зап. Узбекистан). Дисс... канд. г-м. наук. -Ташкент.: ИГГ АН РУз, 1974. – 186 с.
2. Золоторудное месторождение Мурунтау / Под ред. Т.Ш.Шаякубова. – Т.: Фан, 1998. – 540 с.
3. Карабаев М.С. О скарнах и их взаимоотношении с вольфрамовым оруденением: обзор, определения и развитие вопроса в свете новых данных (на примере месторождений Западного Узбекистана) // Геология и минеральные ресурсы. - 2019. - №2.-С.22-31.
4. Пирназаров М.М. Золото Узбекистана: рудно-формационные типы, прогнозно-поисковые модели и комплексы // Т.: ГП «ИМР», 2017. – 247 с.
5. Жураев М.Н., Жумагулов А.Б., Мухаммадиев Б.У. Условия локализации и основные геохимические особенности апогранитоидного вольфрамового оруденения нижнего яруса месторождения Яхтон. // «Science and innovation» - Ташкент 2023. - № 1. – С. 192-201.
6. Жураев М.Н., Жумагулов А.Б., Мухаммадиев Б.У. Основные геохимические особенности стратиформного вольфрамового оруденения на месторождения Ходжадык (южный Узбекистан). // “Инновации в нефтегазовой отрасли” – Ташкент 2022. - № 1.–С. 10-18.

Типоморфизм самородного золота в россыпных и коренных месторождениях Эвотинского и Центрально-Алданского рудных районов Алданского щита Журавлев А.И. (ИГАБМ СО РАН, ai.zhuravlevgeo@gmail.com), Округин А.В.*

(ИГАБМ СО РАН, okrugin@diamond.ysn.ru), Лоскутов Е.Е. (ИГАБМ СО РАН, loskutov@diamond.ysn.ru), Иванов А.И. (ИГАБМ СО РАН, aiivanov@diamond.ysn.ru), Иванов М.С. (ИГАБМ СО РАН, ivanov.michil@bk.ru)

Аннотация

В работе проведен сравнительный анализ минералого-геохимических особенностей золота из ряда россыпных и рудных проявлений Центрально-Алданского и Эвотинского рудных районов. Установлено, что самородное золото встречается в виде единичных знаков с различными формами, степенью окатанности и размерами от 0,2 до 1 мм. По данным микрозондового анализа пробность варьирует от 628 до 1000 ‰, минералы включения представлены кварцем, КПШ, пироксеном, мальдонитом, галенитом. Высказано предположение, что коренными источниками для самородного золота весьма высокой пробности являлись руды типа месторождения им. П. Пинигина. Для золотин низкой и средней пробности предполагается сродство с оруденениями связанными с проявлением мезозойского щелочного магматизма и распространенными в пределах Центрально-Алданского рудного района.

Ключевые слова

Самородное золото, россыпь, Медведевский массив, щелочной магматизм, месторождение им. П. Пинигина

Источники финансирования

Работа выполнена по государственному заданию ИГАБМ СО РАН и частично договору с АО «Золото Селигдара».

Теория

На Алданском щите наиболее крупным золоторудным районом является Центрально-Алданский рудный район (ЦАРР), где выделены четыре геолого-промышленных типа Куранахский, Лебединский, Эльконский и Рябиновский [1, 3, 5]. Южнее ЦАРР расположен Эвотинский рудный район (ЭРР), который относится к одной из перспективных площадей на выявление различных типов золотоносных руд [6] (рис. 1, а). В пределах ЭРР известно большое количество золотоносных россыпей, коренные источники для которых ещё не установлены. С целью прогнозирования возможных генетических типов коренных источников таких россыпей в данной работе нами дается сравнительный анализ минералого-геохимических особенностей золота из ряда россыпных и рудных проявлений ЦАРР и ЭРР.

В изученных россыпных объектах (рис. 1, б) самородное золото встречается в виде единичных знаков на лоток от ярко желтого до соломенного цвета с размерами 0,2 - 1 мм. Форма знаков различная – отмечаются как хорошо окатанные пластинки, так и изометричные, игольчатые и неправильные выделения. По данным микрозондового анализа пробность варьирует в широком диапазоне от 628 до 1000 ‰ (рис. 2, а-ж) Элементы примеси представлены Cu и Hg до 0,29 % и 0,17 % соответственно. В виде следов отмечаются примеси Ni, Pd, Fe. В единичных знаках обнаружены минералы включения – кварц, КПШ, пироксен, галенит, висмутит [?], мальдонит, плохо диагностируемые микрозондовым анализом фазы, близкие ставролиту.

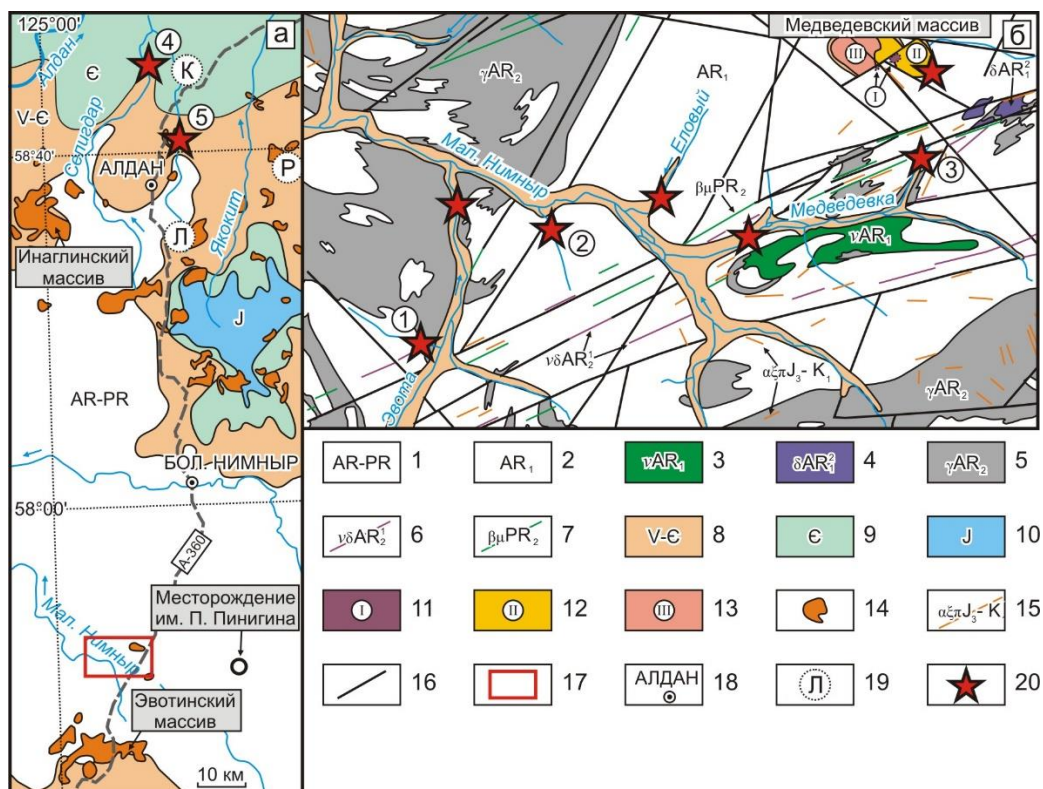


Рисунок 1. Карта-схема расположения изученных россыпных проявлений центральной части Алданского щита (а) и северной части Эвотинского рудного района (б). 1 – архейско-протерозойские метаморфические комплексы фундамента; 2-6 - архейские породы: нимнырской и федоровской свит (2), габбро (3), оливин-пироксеновые горнблендиты (4), граниты и гранито-гнейсы (5), дайки оливин-пироксеновых горнблендитов (6); 7 – протерозойские дайки базитов; 8-10 - отложения осадочного чехла: венд-кембрийские (8), кембрийские (9), юрские (10); 11-13 - породы массива Медведевский: сиениты 1 фазы (11), пироксен-амфиболовые сиениты 2 фазы (12), монцититы 3 фазы (13); 14 – сиенитовые и монцититовые массивы юрского и мелового возрастов; 15 - дайки авгитроговообманковых сиенитов; 16 – разломы; 17 – исследуемый район; 18 – населенные пункты; 19 – рудные поля: К – куранахское, Р – рябиновское, Л – лебединское; 20 – места отбора шлиховых проб (россыпи и россыпные объекты): 1 – объект Каньон, 2 – объект Золотой, 3 – объект Ягодный, 4 – россыпь р. Селигдар, 5 – россыпь реки Бол. Куранах.

В пироксен-амфиболовом сиените и метасоматитах Медведевского мезозойского многофазового щелочного массива было установлено присутствие дисперсных выделений самородного золота размером от 2 до 30 мкм [2]. Пробность золота варьирует от низкой до средней в диапазоне 746-865‰ (рис. 2, з) и в основном соответствует пробности металла, изученного нами в россыпях Центрально-Алданского рудного района - р. Большой Куранах и р. Селигдар (рис. 2, и, к), которые расположены вблизи крупных золоторудных месторождений Лебединского и Куранахского типов [7]. В измененном сиените выделения золота обнаружены в интерстициях между кристаллами полевых шпатов и гематита в ассоциации с кварцем, апатитом и галенитом. Мелкодисперсная форма выделений золота в сиенитах Медведевского массива и их метасоматически измененным зонам свидетельствует о том, что в данном случае мы наблюдаем начальную стадию формирования золото-порфирового типа месторождений

в самой материнской магматической породе. На дальнейшем этапе отделения легкоподвижных Au-содержащих флюидов могли формироваться гидротермальные оруденения с крупным россыпеобразующим металлом в окрестностях Медведевского массива.

По данным Кравченко А.А. с соавторами [4] самородное золото из докембрийских метабазитов месторождения им. П. Пинигина характеризуется весьма высокой пробностью (рис. 2, м) и тесной ассоциацией с минералами висмута, в нем определены элементы примеси - Cu до 1,5 % (в среднем 0,07%) и Hg до 0,18 % (в среднем 0,03 %). Обнаружение самородного золота в тонком сростании с висмутом и мальдонитом в шлиховых пробах авторами [4] рассматривается как прямой признак существования золотых руд синколлизонных метабазитов.

На гистограммах распределения пробности видно, что в целом на территории ЭРР преобладает высокопробное золото, однако в водотоках, дренирующих мезозойские магматические породы, фиксируется повышение доли низко- и среднепробного золота (р. Еловый, об. Золотой, р. Эвота). В россыпном объекте Каньон установлено золото исключительно весьма высокой пробности (993-1000 ‰) с примесью Cu до 0,18%. Высокопробный металл в россыпях р. Медведевка и Мал. Нимныр содержит примеси Cu до 0,25 % и 0,29 %, а также Hg до 0,16 % и 0,17 % соответственно, что близко к значениям, определенным в золоте на месторождении им. П. Пинигина.

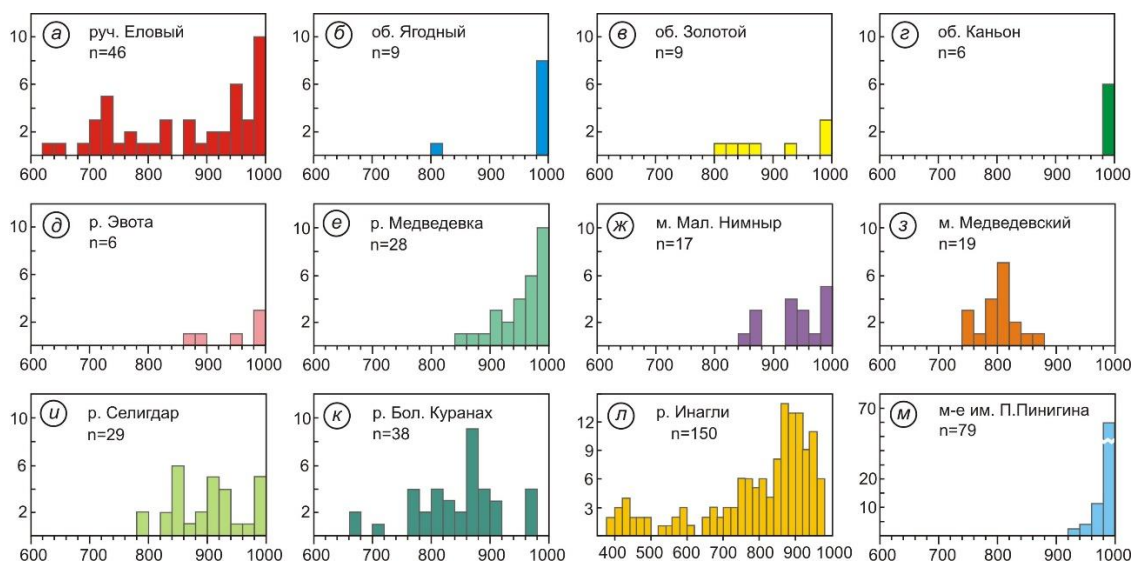


Рисунок 2. Гистограммы распределения пробности самородного золота из рудных и россыпных проявлений ЦАРР и ЭРР

Выводы

Присутствие высокопробного золота (об. Каньон, р. Медведевка, р. Мал. Нимныр) с примесью Cu и Hg, сростаний золота с висмутитом [?] (об. Золотой), а также включений мальдонита (об. Ягодный) свидетельствует, что коренными источниками, возможно, являлись руды типа месторождения им. П. Пинигина. Полученные в результате изучения мезозойских магматических пород минералогические данные позволяют выдвинуть предположение, что источниками для самородного металла низкой и средней пробности в россыпепроявлениях Эвотинского рудного района (руч.

Еловый, об. Ягодный, об. Золотой, р. Эвота) могут быть оруденения связанные с сиенитовым щелочным магматизмом, схожие с широко распространёнными в пределах ЦАРР.

Предполагается, что обширный ареал МЗ магматических щелочных пород, расположенный севернее Южно-Алданского задугового прогиба, входит в состав тыловой зоны активной континентальной окраины и формировался в результате субдукционных процессов, связанных с воздействием Монголо-Охотского пояса на южную окраину Сибирского кратона [8]. Проникновение из разных уровней длительно развивающейся субдукционной зоны рудно-магматических систем к поверхности, очевидно, будет происходить в разных условиях. Это приведет к образованию различных генетических типов руд, от золото-медно-порфировых до скарновых, эпитермальных и руд типа Карлин с которыми соотносили Куранахские месторождения Ветлужских В.Г. и Ким А.А. [1].

Библиография

1. Ветлужских В. Г., Ким А. А. Геолого-промышленные типы золоторудных месторождений Южной Якутии // Отечественная геология. 1997. № 1. С. 16–24.
2. Журавлев А. И. и др. Дисперсная золоторудная минерализация в породах Медведевского массива и возможность формирования с ними россыпеобразующего золота (Алданский щит) // Геология и минерально сырьевые ресурсы Северо-Востока России. Материалы XII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 65-летию Института геологии алмаза и благородных металлов СО РАН. Якутск: СВФУ им. М.К.Аммосова, 2022. С. 178–183.
3. Кочетков А. Я. Мезозойские золотоносные рудно-магматические системы Центрального Алдана // Геология и геофизика. 2006. Т. 47, № 7. С. 850–864.
4. Кравченко А. А., Смелов А. П., Березкин В.И., Попов Н.В. Геология и генезис докембрийских золотоносных метабазитов центральной части Алдано-Станового щита (на примере месторождения им. П. Пинигина). Якутск: РИЦ ОФСЕТ, 2010. 148 с.
5. Максимов Е. П., Уютов В. И., Никитин В. М. Центрально-Алданская золото-урановорудная магматогенная система (Алдано-Становой щит, Россия) // Тихоокеанская геология. 2010. Т. 29, № 2. С. 3–26.
6. Молчанов А. В. и др. Золоторудные районы и узлы Алдано-Становой металлогенической провинции // Региональная геология и металлогения. 2017. № 71. С. 93–111.
7. Округин А. В., Журавлев А. И., Мохначевский Г. В. Минералого-геохимические и морфологические особенности россыпного золота юго-восточной части Сибирской платформы // Отечественная геология. 2013. № 5. С. 19–27.
8. Парфенов Л. М., Попеко Л. И., Томуртоого О. Проблемы тектоники Монголо-Охотского орогенного пояса // Тихоокеанская геология. 1999. № 5. С. 24–43.

Проявления стратегических видов полезных ископаемых (Cu, Co, Ni, EPG, Sc, V, REE, графит, углеводороды) в Мало-Ботубинском, Средне-Мархинском и Бгыаттинском алмазонасных районах Якутии Игнатов П.А. * (МГРИ

petrugnatov@gmail.com), Еременко Р.У. (МГРИ eremenko-ruslan@mail.ru), Толстов А.В. (ИГАБМ СО РАН tols61@mail.ru), Васильев А.П.)ВГРЭ АК «АЛРОСА» (ПАО) vasiliev_ap@alrosa.ru , Мальцев М.В. (ВГРЭ АК АЛРОСА (ПАО Maltsevmv80@mail.ru), Овчинников И.М. (ВГРЭ АК АЛРОСА (ПАО OvchinnikovIIM@alrosa.ru)

Аннотация

В пределах Накынского, Мирнинского и Слюдякарского алмазоносных полей, входящих соответственно в Средне-Мархинский, Мало-Ботуобинский и Ыгыаттинском районы Западной Якутской алмазоносной провинции, обнаружены признаки и проявления стратегических видов минерального сырья Cu, Co, Ni, EPG, Sc, V, REE, графита и углеводородов.

В Ыгыаттинском районе локализованы участки в ранге потенциальных рудных полей сульфидных медно-никелевых с платиноидами руд Норильско-Талнахского типа, а в поздний девон-каменноугольной воре выветривания по кимберлитам – Слюдякарское рудопроявление Sc, Co, Ni, V, цериевых редких земель. В Накынском поле в переотложенных корах выветривания поздний триас-раннеюрского возраста локализованы рудопроявления скандия и проявления ванадия и цериевых редких земель. В Мало-Ботуобинском районе установлены участки проявлений Sc, Cu-Ni сульфидной минерализации, графита и битумов как признаков залежи нефти.

Ключевые слова алмазоносные районы и поля, коры выветривания, стратегические виды минерального сырья Cu, Co, Ni, EPG, Sc, V, REE, графит, углеводороды).

Результаты

В Западно-Якутской алмазоносной провинции известно гигантское месторождения редких металлов в карбонатитах Томтор [Толстов и др., 2011], многочисленные россыпи золота и платины [Okrugin et al., 2020], обоснованы перспективы обнаружения сульфидных медно-никелевых с платиноидами руд Норильского типа [Игнатов и др., 2021] и скандиевых месторождений в древних корах выветривания [Игнатов и др., 2022], имеются месторождения нефти и газа [Васильев и др., 2018], Ниже приведены примеры проявлений этих и других стратегических видов минерального сырья, распространенных в Мало-Ботуобинском, Средне-Мархинском и Ыгыаттинском кимберлитовых районах. Особенно важно, это для первых двух районов, где в Мирнинском и Накынском полях ведется разработка алмазных месторождений, и обнаружение здесь месторождений высоколиквидных руд может существенно повысить их экономический потенциал.

Перспективы Cu-Ni-EPG оруденения в Ыгыаттинском районе связаны с зонами выклинивания и резкого увеличения мощностей силлов сульфидоносной Холломолохской интрузии пермо-триасового возраста в зоне влияния долгоживущего Хатырык-Холломолохского разлома (рис. 1). Прожилки и вкрапления сульфидной минерализации и концентрациями Cu, Co, Ni и Zn до 0,0n-0,n% обнаружены в породах верхнего кембрия и пермских углях в пределах поисковых площадей Улахан-Курунг-Юрях и Бестях в Мало-Ботуобинском районе.

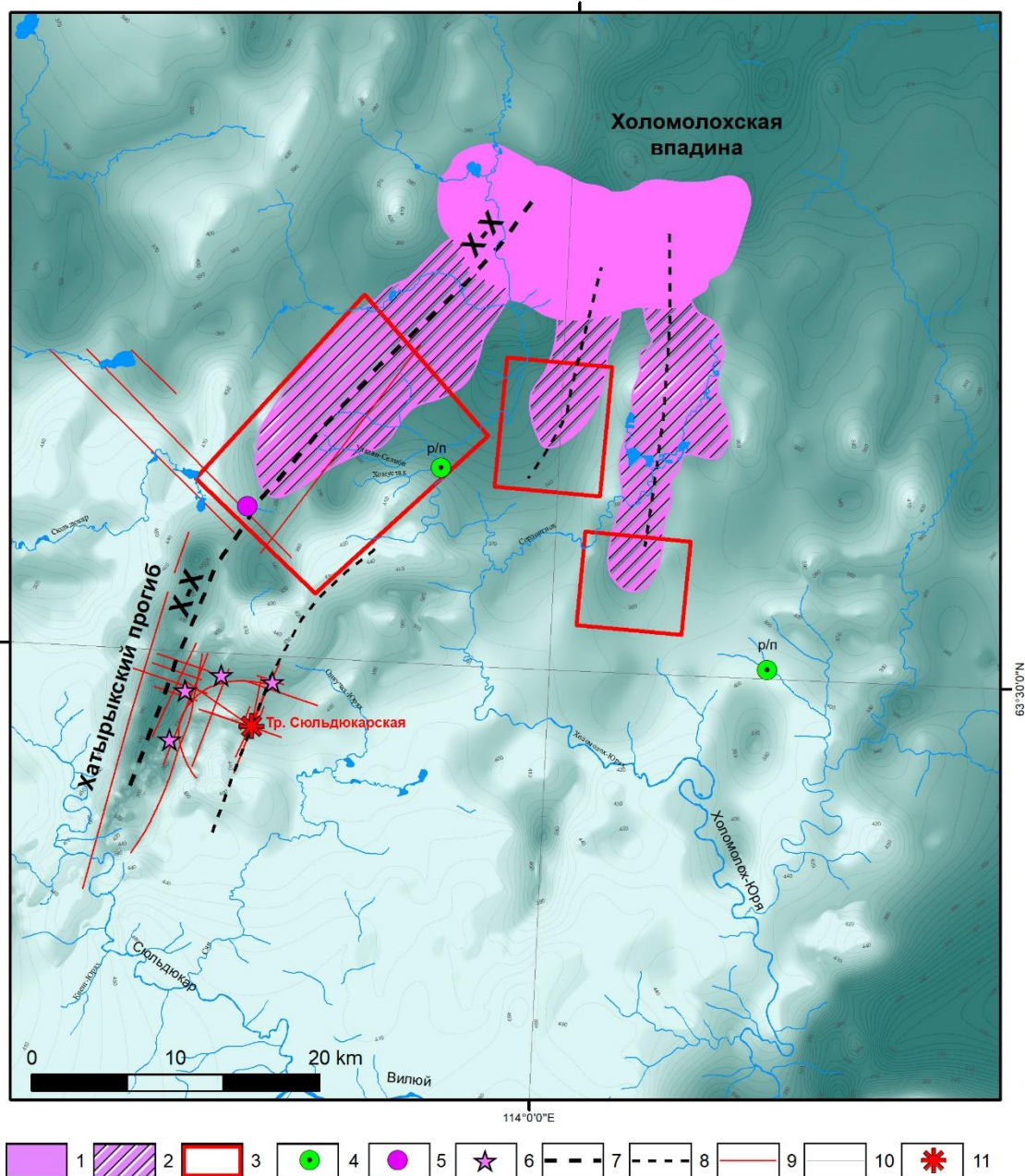


Рисунок 3. Перспективные на Си-Ni оруденение площади в Бгыаттинском районе Вилюй-Мархинского междуречья.

1 – условный контур Холомолахской интрузии; 2 – предполагаемые контуры рудоносных триасовых силлов и их осевые зоны; 3 – перспективные площади; 4 – Си-Ni рудопроявления; 5 – точка минерализации Си-Ni в скважине 164,5-108; 6 – концентрационные аномалии Си-Co-Ni-Zn; 7 - 9 – основные (7, 8) и второстепенные (9) рудоконтролирующие разломы, установленные по данным бурения, X-X Хатырык-Холомолахский разлом; 10 – изогипсы кровли кембрия; 11 – кимберлитовая трубка Сюльдюкарская.

По результатам штупфного опробования керн поисковых на алмазы скважин и рентген-флюоресцентных анализов, выполненных в аналитическом центре Вилюйской ГРЭ АК «АЛРОСА» (ПАО), выявлены рудные (более 100 ppm) концентрации Sc, V, Co, Ni, Ce, La, Pr и Nd (табл. 1).

Они заактивированы в захороненной линейной коре выветривания поздний девон-каменноугольного возраста, развитой по Сьюльдюкарским кимберлитам одноименного поля Ыгыаттинского района (рис. 2).

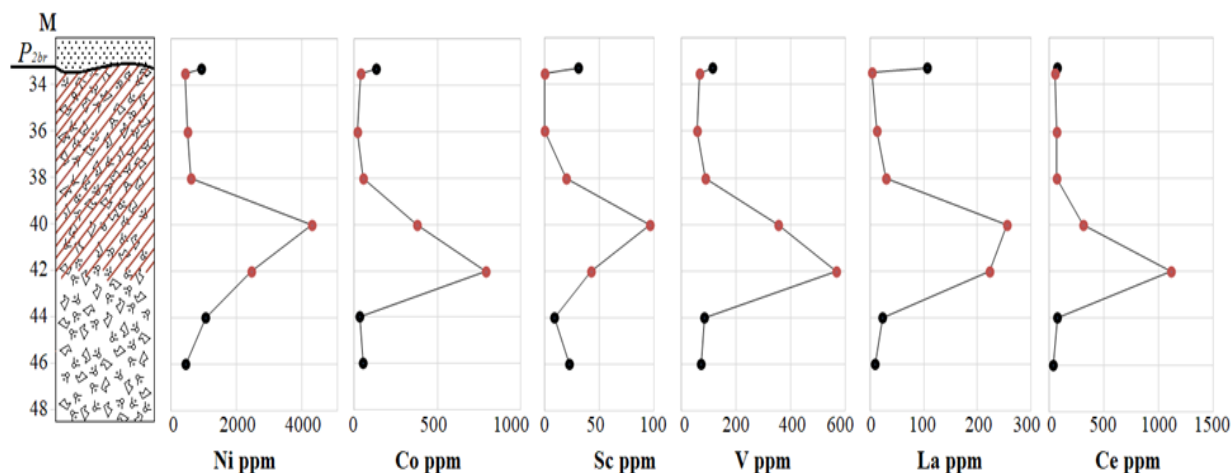


Рисунок 4. Распределение Ni, Co, Sc, V, La и Ce в породах древней коры выветривания (штриховка) по Сьюльдюкарским кимберлитам в скв. 12-22. Пробы отобраны геологами ВГРЭ АК АЛРОСА (ПАО).

Подобные концентрации скандия, ассоциирующие с ванадием и цериевыми редкими землями, выявлены и в глинистых породах материала переотложенных кор выветривания триас-раннеюрского возраста Накынском алмазобосном поле (табл. 1, рис.3).

Таблица 1

Концентрации Sc, Y, Ce, La, Nd, Co, Ni в дяхтарской толще Накынского поля

Элементы (в скобках условно промышленное содержание в г/т)	Максимальные значения (г/т)	Количество проб с более чем условно промышленным содержанием элемента
Sc (100)	462,5	29
Y (500)	1365,8	15
Ce (1000)	2127,6	5
La (500)	1190,91	9
Nd (500)	3212,02	17
Co (1000)	3471,7	4
Ni (2000)	4753,1	4

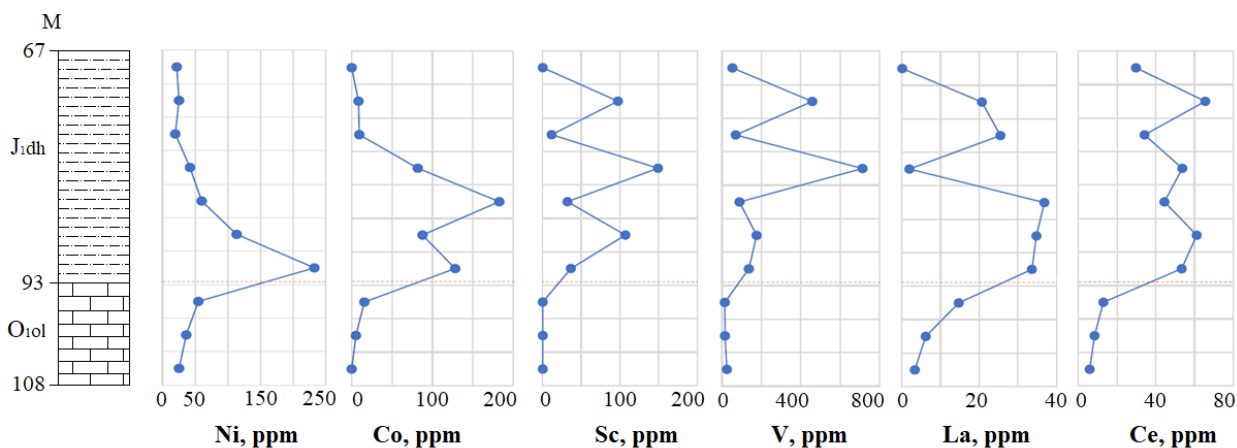


Рисунок 5. Распределение Ni, Co, Sc, V, La и Se в скв. 400/347 на юго-западе Накынского поля.

На севере Мало-Ботуобинского района в пределах поисковой на алмазы площади Бестях в основании мощного 90 м силла пермо-триасовых траппов в ксенолите углистых аргиллитов вскрыты маломощные 5 и 10 см интервалы графита.

На этой же площади в породах нижнего палеозоя и частично угленосных пермских отложениях закартированы линейные и пятнистые проявления вторичных битумов, сопровождаемые ореолами прожилкового осветления в красноцветных породах холмолохской свиты верхнего кембрия. Эти проявления указывают на наличие залежей нефти в подсолевых коллекторах кембрийской толщи.

Выводы

Полученные материалы раскрывают новые перспективы обнаружения месторождений стратегически важных видов минерального сырья (**Cu, Co, Ni, EPG, Sc, V, REE, графит, углеводороды**) в Мало-Ботуобинском, Средне-Мархинском, Ыгыаттинском и других алмазоносных районах Якутии.

Работы выполнены за счет средств АК «АЛРОСА» (ПАО) и по гранту РНФ.

Библиография

1. Васильев С.А., Соболев П.Н., Таффарель Е.С., Голованова М.П., Гарифуллин И. И. Нефтегазоносность Вилюйской синеклизы и перспективы поисков залежей углеводородов / И // Геология, физика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2018. № 12. С. 14-26
2. Игнатов П.А., Еременко Р.У., Толстов А.В., Овчинников И.М. Перспективы выявления месторождений скандия в Якутской алмазоносной провинции. Горный журнал. № 7. 2022, с. 12-21
3. Игнатов П.А., Толстов А.В., Проценко Е.В., Колесник А.Ю., Мальцев М.В. Вилюй-Мархинское междуречье Якутии – перспективный район на Cu-Ni с платиноидами оруденение. Отечественная геология. № 5. 2021. С. 51-64.
4. Толстов А.В. Коноплев А.Л., Кузьмин В.И. Особенности формирования уникального редкометалльного месторождения Томтор и оценка перспектив его освоения. Разведка и охрана недр.2011. № 6 С. 20-26.
5. Okrugin A. V., Yakubovich O. V. Ernst R. E, and. Druzhinina Zh.Yu. Platinum-bearing placers: mineral associations and their ¹⁹⁰Pt-⁴He and re-os ages, and potential links with large igneous provinces in the Siberian craton. 2020 Society of Economic Geologists, Inc. Economic Geology, v. 115, no. 8, pp. 1835–1853

Анализ закономерностей распределения платиновых металлов, золота и серебра в интрузивах Норильского района Канимбue Л.С. (СПГУ,
ludmilacanhimbue@yandex.ru)*

Аннотация

В работе представлена оценка поведения ЭПГ, Au и Ag металлов в породах интрузий норильско-талнахского, зубовского и круглогорского типов. Выявлены закономерности и вариации распределения металлов в зависимости от вмещающего горизонта. ЭПГ-Au-Ag минерализация тяготеет к пикритовым и такситовым горизонтам интрузивов и имеет характерную для сульфидных ЭПГ-Cu-Ni месторождений отчетливую корреляционную связь с Cu и S, в меньшей мере с Ni.

Ключевые слова

Норильский район, ЭПГ-Cu-Ni месторождения, ЭПГ-Au-Ag минерализация, геохимия платиноидов

Теория

Норильско-талнахская группа сульфидных платиноидно-медно-никелевых месторождений, расположенная на северо-западной окраине Сибирской платформы, пространственно и генетически связана с гипербазит-базитовыми интрузивами [2]. По морфологии, внутреннему строению, степени дифференциации, содержанию рудного компонента выделяют норильский (норильско-талнахский), зубовский, нижнеталнахский и круглогорский типы интрузий (рис. 1). Силикатный состав пород всех интрузий довольно схож, несмотря на их различные положения в стратиграфическом разрезе и разную степень рудоносности [4, 5].

В работах [1, 3, 5] и других детально описана ЭПГ-Au-Ag-минерализация в рудах, приуроченных к приподошвенным частям интрузивов. Подробно изучены взаимоотношения этих металлов с сульфидами, а также формы их накопления [4, 7, 8] Тем времен, безрудные и слабо рудоносные части интрузивов остались недостаточно изученными.

Цель данной работы - выявить геохимические закономерности распределения ЭПГ, Au и Ag в породах 3 типов интрузивов: норильско-талнахского (Харалахский, Талнахский), зубовского (Вологочанский) и круглогорского (апофизы Харалахского и Талнахского интрузивов). Для оценки содержания платиновых металлов, золота и серебра были выбраны основные дифференциаты, представленные лейкогаббро, оливиновыми, пикритовыми и такситовыми габбро-долеритами.

Измерение массовых долей меди, никеля, платины, палладия, родия, рутения, иридия и золота проводилось атомно-эмиссионным и масс-спектрометрическим методами с индуктивно связанной плазмой после концентрирования в никелевый штейн с помощью масс-спектрометра «ELAN DRC» фирмы «Perkin Elmer». Определение содержания осмия было выполнено масс-спектрометрическим методом с индуктивно связанной плазмой. Содержание серебра измерено атомно-абсорбционным методом

после концентрирования в никелевый штейн. Концентрация серы – методом инфракрасной спектроскопии на ИК анализаторе модели «SC-144» фирмы «LEKO».

Проведенные исследования показали, что во всех типах интрузий нижние дифференциаты более обогащены металлами платиновой группы, серебром и золотом, чем верхние. В изучаемых породах наблюдается минерализация платино-палладиевой геохимической специализацией, а также распределение металлов по типу Pd>Ag>Pt>Au>Rh>Ru>Ir, Os.

Наиболее высокой концентрацией металлов платиновой группы характеризуются такситовые габбро-долериты Талнахской интрузии – до 7,6 г/т (рис.2). В них также отмечается максимальная фоновая золотоносность. Вдвое ниже концентрация Au в такситовых габбро-долеритах Хараелахского интрузива.

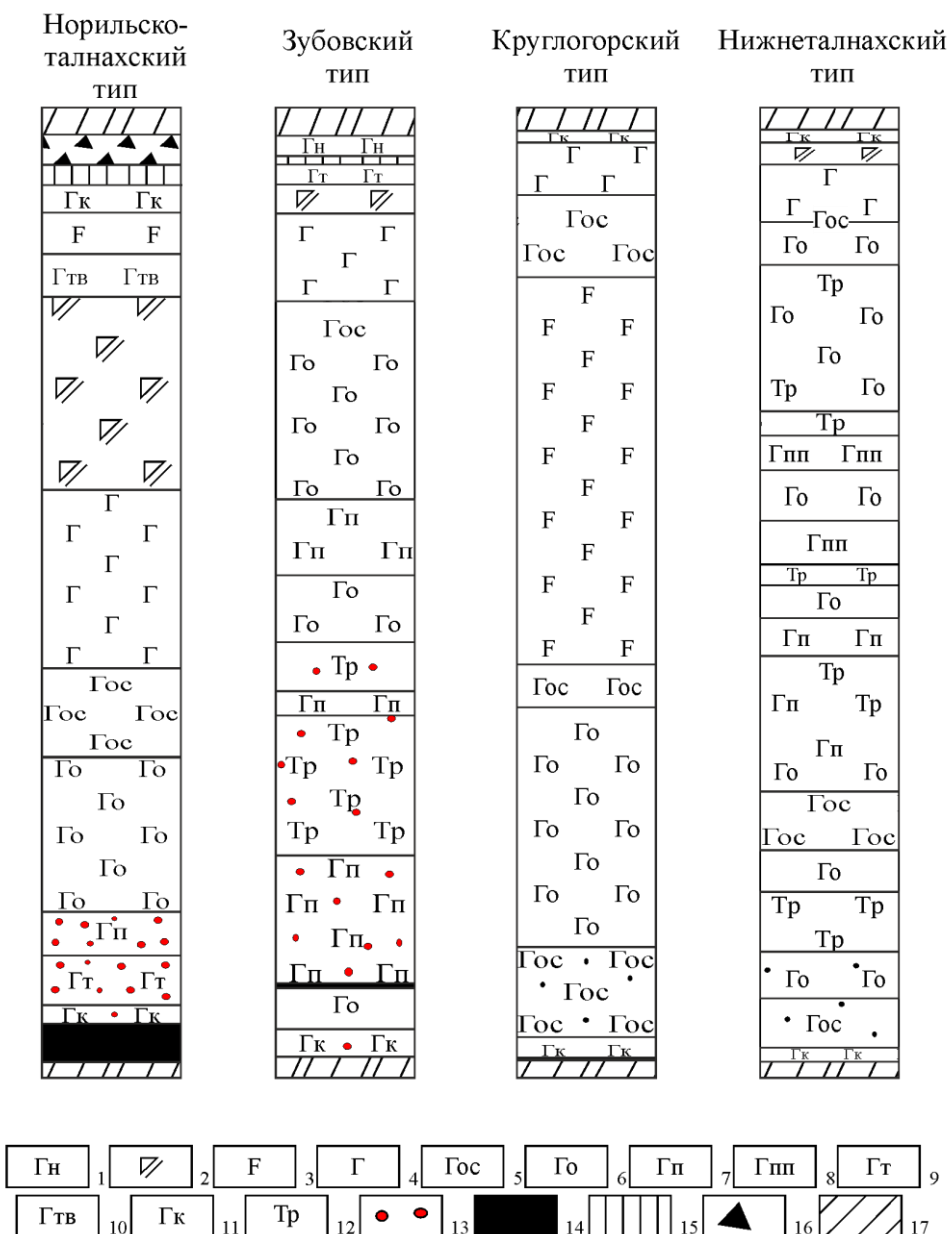


Рисунок 6. Обобщенные разрезы основных типов интрузий Норильского интрузивного комплекса: 1 – габбронориты, 2 – габбро-диориты, 3 – лейкогаббро, 4–10 – габбро-долериты: 4 – базальтовые, 5 – оливиносодержащие, 6 – оливиновые, 7 – пикритовые, 8 – пикритоподобные, 9 – такситовые, 10 – контактовые; 11 – троктолиты, 12 – вкрапленные руды, 13 – массивные руды, 14 – гибридно-метасоматические породы, 15 – эруптивные брекчии, 16 – вмещающие породы.

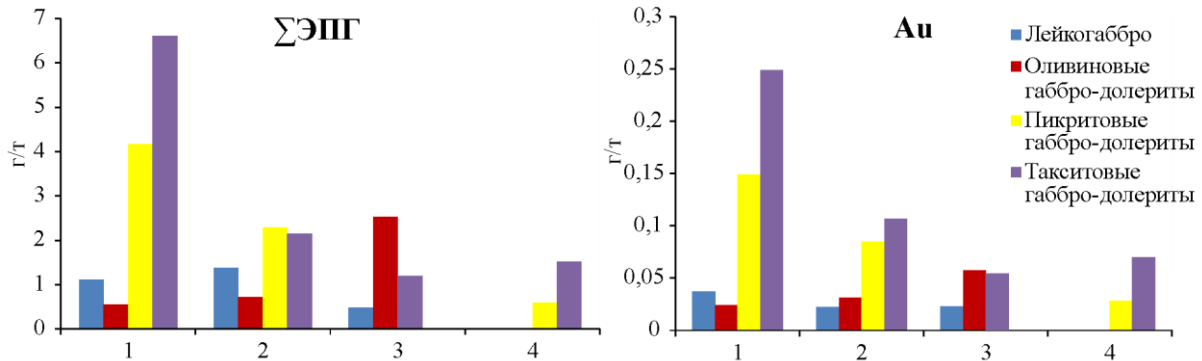


Рисунок 7. Среднее содержание ЭПГ и Au в породах интрузивов: Талнахский (1), Хараелахский (2), апофиза Хараелахского интрузива (3), Вологочанский (4).

Для интрузивов норильско-талнахского типа характерно преобладание платиноидов, Au и Ag в лейкогаббровых горизонтах по сравнению с оливиновыми габбро-долеритами, в то время как в апофизах круглогорского типа лейкогаббро значительно беднее оливиновых габбро-долеритов.

При оценке относительной концентрации, выражающейся как $\Sigma\text{ЭПГ}(\text{ppm})/S$ (мас. %), было отмечено, что во всех изучаемых интрузивах норильско-талнахского и зубовского типа это значение в пикритовых габбро-долеритах выше, чем в такситовых разновидностях. В апофизах круглогорского типа относительная концентрация ЭПГ преобладает в лейкогаббро.

Золото и серебро показывают сходный геохимический характер распределения; в пикритовых и такситовых габбро-долеритах их поведение близко к поведению ЭПГ. В Хараелахском интрузиве распределение платиноидов сохраняет тенденцию, наблюдаемую для Cu и S, в меньшей степени для Ni. Вместе с тем, концентрации Au и Ag имеют высокие корреляционные связи с Cu, но слабо зависят от поведения S и Ni. Отношение Pd/Pt составляет: 1,5-3,0 в лейкогаббро, 1,8-3,9 в оливиновых габбро-долеритах, 2,4-3,0 в пикритовых габбро-долеритах, 2,9-4,9 в такситовых габбро-долеритах.

В Талнахском интрузиве содержание платиновых металлов, Au и Ag напрямую коррелируются с содержанием Cu, S и Ni. Значение Pd/Pt в породах очень схожи со значениями для Хараелахского интрузива.

В Вологочанской интрузии зубовского типа наблюдаются пониженная концентрация платиноидов, золота и серебра. Их распределение аналогично распределению в Талнахской интрузии. Внимание автора привлекла отрицательная корреляция Rh, Ru и Ir с Ni, Cu, S и Pd, отсутствующая в других интрузивах. Отношение Pd/Pt в пикритовых и такситовых горизонтах слабо отличается и в среднем равно 4,2-4,7.

Характер распределения платиноидов, Au и Ag в апофизах круглогорского типа идентичен в распределению в Хараелахском интрузиве, также присутствует пониженная корреляция Au и Ag с Ni и S. Pd/Pt в лейкогаббровых разновидностях составляет 2,0-3,0, в оливиновых и такситовидных габбро-долеритах достигает значения 5,3. Содержание Au не превышает 0,09 г/т, максимум отмечается в оливиновых габбро-долеритах.

Выводы

Проведенные исследования распределения платиновых металлов, золота и серебра в породах 3 типов интрузивов Норильского района позволили сделать следующие выводы:

1. Повышенные содержания ЭПГ, Au и Ag отмечаются в нижних горизонтах интрузий норильско-талнахского и круглогорского типа. В Вологочанском интрузиве зубовского типа отмечаются стабильные пониженные содержания металлов на протяжении всего изученного разреза.
2. Наблюдается высокая степень корреляции содержания ЭПГ, Au и Ag с концентрацией Cu, S и Ni. В Хараелахской интрузии, а также в апофизах круглогорского типа контролирующую роль в накоплении Au играет Cu, влияние Ni и S значительно слабее.
3. Геохимические особенности изученных пород свидетельствуют о разном характере накопления золота, серебра и платиноидов в интрузиях норильско-талнахского, круглогорского и зубовского типов, что, возможно, свидетельствует о разных условиях формирования рудной минерализации этих интрузивов.

Библиография

1. Александрова Т. Н., О'Коннор С. Переработка платинометалльных руд в России и Южной Африке: состояние и перспективы // Записки Горного института. 2020. Т. 244. С. 462-473.
2. Канимбуе Л.С., Таловина И.В. Платинометалльное оруденение Норильского района: история и перспективы изучения // Известия УГГУ. 2022. Вып. 4 (68). С. 56–63.
3. Barnes S. J., Malitch K. N., Yudovskaya M. A. Introduction to a Special Issue on the Norilsk-Talnakh Ni-Cu-Platinum Group Element Deposits // Economic Geology. 2020. Vol. 115. №. 6. P. 1157-1172.
4. Distler V. V., Sluzhenikin S. F., Cabri L.J., Krivolutskaya N. A., Turovtsev D. M., Golovanova T.A., Mokhov A.V., Knauf V.V., Oleshkevich O.I. Platinum ores of the Noril'sk layered intrusions: magmatic and fluid concentration of noble metals // Geology of Ore Deposits. 1999. Vol. 41. №. 3. P. 214-237.
5. Duran C. J., Barnes S. J., Pleše P., Prašek M. K., Zientek M. L., Pagé P. Fractional crystallization-induced variations in sulfides from the Noril'sk-Talnakh mining district (polar Siberia, Russia) // Ore Geology Reviews. 2017. Vol. 90. P. 326-351.

6. Krivolutskaya N., Makvandi S., Gongalsky B., Kubrakova I., Svirskaya N. Chemical characteristics of ore-bearing intrusions and the origin of PGE–Cu–Ni mineralization in the Noril'sk Area // *Minerals*. 2021. Vol. 11. №. 8. P. 819.
7. Sluzhenikin S. F., Mokhov A. V. Gold and silver in PGE–Cu–Ni and PGE ores of the Noril'sk deposits, Russia // *Mineralium Deposita*. 2015. Vol. 50. P. 465-492.
8. Spiridonov E. M., Kulagov E.A., Serova A.A., Kulikova I.M., Korotaeva N.N., Sereda E.V., Tushentsova I.N., Belyakov S.N., Zhukov N.N. Genetic Pd, Pt, Au, Ag, and Rh mineralogy in Noril'sk sulfide ores // *Geology of Ore Deposits*. 2015. Vol. 57. P. 402-432.

Аннотация

Подготовка высокопрофессиональных специалистов в области прогнозирования полезных ископаемых – долгий и трудоемкий процесс, поэтому насущной задачей является цифровизация процессов определения потенциала площадей на определенные типы месторождений. Авторы сделали попытку смоделировать процесс принятия решения экспертом, и на основе этого создать рабочий алгоритм и методику автоматизированного цифрового прогноза.

С этой целью в пределах северной периферии Ловозерского массива (Кольский полуостров) выделены основные факторы формирования редкометалльных лопаритовых россыпей ближнего сноса; собранная информация размещена в созданную на ГИС-основе базу данных; на эталонном объекте произведена формализация (численная оценка) факторов; выработаны мультипликативные показатели, отражающие оптимальное соотношение факторов, что характеризует россыпной потенциал территорий. Верификация метода осуществлена на тестовом объекте. Разрабатываемая методика позволяет автоматизировать процесс прогнозирования россыпной (и не только) металлоносности.

Ключевые слова

россыпи, прогнозирование, математическое моделирование

Источники финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания ИГЕМ РАН

Геологическое строение объекта исследования

Россыпи, на которых происходило создание и тестирование предлагаемой методики, непосредственно связаны с Ловозерским массивом, относящимся к позднедевонскому комплексу щелочных и нефелиновых сиенитов. С коренными породами массива связана промышленная редкометалльная лопаритовая минерализация [1].

За счет эрозионных процессов на периферии массива образовались лопаритовые россыпи Ревдинского поля (Шомиокский, Ревдинский и Сергеваньский участки). Местоположение россыпей контролируется участками максимального вскрытия лопаритоносных пород массива (ледниковыми карами и долинами, поставившими фрагментированный обломочный материал в зону предгорий) и элементами рельефа, благоприятными для накопления лопарита – локальными депрессиями коренного ложа. Фациально и стратиграфически они приурочены преимущественно к флювиогляциальным отложениям и морене местного оледенения [3].

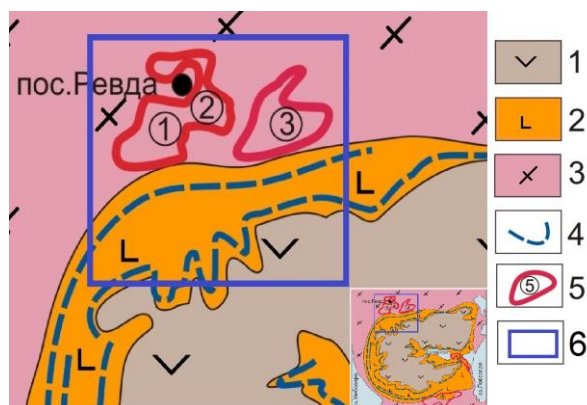


Рисунок 8. Схематическая геологическая карта северной части Ловозерского массива со снятыми четвертичными отложениями (по материалам [3]). 1 – эвдиалитовые луавриты нерасчлененные; 2 – дифференцированный комплекс лопаритоносных луавритов-фойялитов-уртитов; 3 – вмещающий докембрийский гранито-гнейсовый комплекс; 4 – рудные горизонты массива; 5 – редкометалльные россыпи. 1–3 Ревдинское россыпное поле, участки: 1 – Шомиокский, 2 – Ревдинский, 3 – Сергеваньский; 6 – полигон моделирования.

Теория

В основу была положена следующая схема принятия экспертом решений о перспективности тех или иных площадей: (1) Выделения главных факторов, контролирующих металлоносность территории; (2) Формализация (количественная или полуколичественная оценка) веса этих факторов; (3) Определение зон оптимального соотношения выделенных факторов.

Разработка прогнозно-поисковой модели

В пределах Ревдинского россыпного поля был выбран полигон моделирования, включающий два участка: обучающий эталонный (Шомиокский) и тестовый (Сергеваньский) на котором проводилась проверка разработанного алгоритма прогнозирования. На площади полигона по сети 500 м на 500 м была создана цифровая модель рельефа и база данных, в которую для каждой элементарной ячейки внесены формализованные россыпеконтролирующие факторы: фациально-стратиграфический (ФС), характеризующий комплексы, содержащие продуктивные отложения; фактор тектонического режима (ТР) локальных блоков фундамента, тесно связанный с мощностью осадочного чехла; фактор эрозионно-аккумулятивного состояния (ЭАС), основанный на сумму разностей высот с соседними ячейками; фактор энергии рельефа (ЭР) – разность высот в пределах элементарной ячейки, деленную на высоту в центре. Формализация факторов проводилась на базе разработанной методики [4].

Для создания обобщенных прогнозных характеристик на данных эталонного объекта (Шомиокский участок) была построена матрица парных коэффициентов корреляции между выделенными факторами и содержаниями в россыпи лопарита (таблица). Факторы ФС, ТР и ЭАС находятся в положительной корреляции с содержанием лопарита, ЭР – в отрицательной. Для выявления зон оптимального соотношения факторов был разработан мультипликативный показатель (МП) – объединенный параметр, оценивающий перспективы россыпной металлоносности [4].

Таблица. Коэффициенты корреляции (R) между содержаниями лопарита и формализованными показателями россыпной металлоносности для эталонного Шомиокского участка

	Факторы россыпеобразования				МП _{эт}
	ФС	ТР	ЭАС	ЭР	
R	0.54	0.46	0.23	-0.26	0.57

где МП_{эт} – рассчитанный мультипликативный показатель для эталонного участка. Критическое значение $R = 0.18$ при объеме выборки $N = 184$ и доверительной вероятности $\alpha = 0.99$.

В нашем случае МП для каждой элементарной ячейки i (МП _{i}) по формуле (1) был рассчитан как произведение значений факторов для этой ячейки, имеющих положительную корреляцию с содержанием лопарита, деленное на значение фактора с отрицательной корреляцией:

$$\text{МП}_i = (\text{ФС}_i \times \text{ТР}_i \times \text{ЭАС}_i) / \text{ЭР}_i \quad (1)$$

Коэффициент корреляции МП с содержанием лопарита на эталонном участке ($R = 0.57$) является значимым для данной выборки (критическое значение $R = 0.18$ при объеме выборки $N = 184$ и доверительной вероятности $\alpha = 0.99$), что позволяет использовать его в качестве критерия выделения площадей для поисков проявлений редкометалльных россыпей ближнего сноса.

Верификация предлагаемого алгоритма прогнозирования была проведена на тестовом Сергиваньском участке, для которого на ГИС-основе был рассчитан массив пространственно привязанных мультипликативных показателей (МП-тест) (рис. 2). Коэффициент корреляции рассчитанных значений МП-тест с содержаниями лопарита в россыпи, полученными по разведочным данным, R равен 0.55. При объеме выборки $N = 156$ и доверительной вероятности $\alpha = 0.99$ критическое значение $R = 0.19$. Это показывает возможность использования предлагаемой методики и расчетных мультипликативных показателей для прогнозирования редкометалльных россыпей ближнего сноса для постановки поисковых работ.

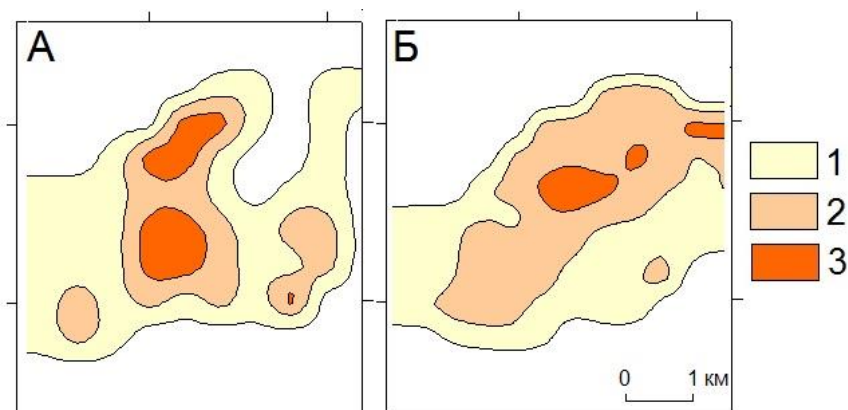


Рисунок 9. Верификация методики прогнозирования редкометалльных россыпей на основе расчета мультипликативных показателей на Сергиваньском участке. А – содержания лопарита в россыпи по данным геологоразведочных работ; Б – расчетные значения по мультипликативным показателям. 1–3 – содержания лопарита в россыпи ($\text{кг}/\text{м}^3$): 1 – 2–4, 2 – 4–6, 3 – более 6.

Разрабатываемая методика основана на анализе механизма принятия экспертом решений по оценке россыпного потенциала площадей и предлагает комплекс технологических решений, позволяющих имитировать когнитивные функции человека, и дающий возможность с использованием гибридной системы, работающей в режиме диалога «оператор – компьютер», получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые с результатами интеллектуальной деятельности человека.

Выводы

Таким образом, на основе формализованных (количественно оцененных) факторов россыпеобразования, методами численного компьютерного моделирования и ГИС-технологий создана численная система расчета и позиционирования мультипликативных показателей, оценивающих потенциал россыпной редкометалльной металлоносности.

Создаваемая система позволяет собирать, хранить, обрабатывать и визуализировать данные на всех этапах процесса создания прогнозных оценок. Система не требует специализированных данных и использует данные стандартных геологических отчетов и картографические материалы. Применение методики основано на стандартных алгоритмах и не требует от оператора высокой квалификации и обширного геологического опыта.

Разработка алгоритма и методики была осуществлена на примере редкометалльных россыпей северного обрамления Ловозерского массива, при этом предложенный подход не ограничивается месторождениями этого типа и может быть использован на других объектах с другими типами минерализации с учетом их специфических особенностей. Так аналогичный подход был опробован для прогнозирования коренных источников золота в пределах Вагранского россыпного узла (Северный Урал) [2].

Библиография

1. Когарко Л.Н. Геохимия суперкрупных месторождений восточной Феноскандии (Кольский полуостров) // Геохимия. 2021. Т. 66. № 11. С. 1020–1034.
2. Лаломов А.В., Бочнева А.А., Чефранов Р.М. Разработка цифровой системы прогнозирования коренных источников золота по результатам шлихового опробования на примере Вагранского россыпного узла (Северный Урал). // Георесурсы. 2020. 22(2). С. 67–76. DOI: 10.18599/grs.2020.2.67-76.
3. Лаломов А.В., Григорьева А.В., Бочнева А.А., Магазина Л.О., Чефранов Р.М. Редкометалльные россыпи Ловозерского массива // Разведка и охрана недр. 2019. № 1. С. 51–56.
4. Лаломов А.В., Чефранов Р.М. Разработка метода прогнозирования потенциала россыпей на основе формализации факторов россыпеобразования на базе лопаритовых россыпей Ловозерского массива // Арктика: экология и экономика. 2020. № 4 (40). С.54–65. DOI: 10.25283/2223-4594-2020-4-54-65

*Проблема источника вещества для бирюзы месторождения Бирюзакан, Кармазар, Северный Таджикистан Литвиненко А.К. * (ФГБОУ ВО Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, akl1954@yandex.ru), Восихов Ш.Т. (ФГБОУ ВО Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, shohrukh992v@mail.ru)*

Аннотация

На месторождении Бирюзакан в неработающем карьере нами обнаружены две формы выделения голубой бирюзы: прожилковая и желваковидная. Она имеет вполне кондиционные свойства: ярко-голубая и однородная. В жилах с бирюзой нами обнаружена богатая вкрапленность сульфидов (арсенопирит?, пирит).

Показана вещественная контрастность бирюзовой минерализации относительно богатых кремнезёмом вмещающих пород. Проблема источника вещества (меди, алюминия и фосфора) при образовании бирюзовой минерализации является важной исследовательской задачей. Месторождение бирюзы расположено в центре крупнейшего промышленного района, специализированного на Pb, Zn, W, Mo, Ag. Развитие бирюзовой минерализации теснейшим образом связано с минерагением Кармазарского рудного района.

Ключевые слова

Кармазар, Бирюзакан, бирюза, кислые вулканиты, жилы, вкрапленность

Теория

Месторождение Бирюзакан расположено на правом берегу р. Сыр-Дарья, в 40 км к северо-востоку от древнейшего города Средней Азии Худжанта. Оно находится на юго-восточных склонах Кармазарских гор, которые являются отрогом Кураминского хребта. В тектоническом отношении район месторождения относится к северной части Южного Тянь-Шаня, который сформировался в герцинскую эпоху складчатости, а в киммерийскую и альпийскую эпохи испытывал мощнейшие процессы автономной активизации.

Месторождение Бирюзакан находится в центре Кармазарского горно-рудного района, специализированного на Pb-Zn, Ag, W, Mo, Cu руды. Оно находится в окружении Алтынтопканской, Адрасманской и Кансайской групп полиметаллических, молибденовых и вольфрамовых месторождений [4].

В начале февраля 2023 года мы посетили один из карьеров, заброшенных с конца 80-х гг. прошлого века (рисунок 1). Горные выработки расположены в среднегорной местности с относительно хорошей обнажённостью. В карьерах наблюдаются хорошие обнажения благоприятные для проведения наблюдений бирюзовой и сопутствующей ей рудной минерализацией. Фотодокументация рудника и кристаллосырья бирюзы приведены ниже.



Рисунок 10. Общий вид приблизительно центральной части месторождения Бирюзакан с многочисленными открытыми горными выработками и хорошей обнажённостью

По мнению авторитетных геологов бирюза рассматриваемого месторождения является самой лучшей по ювелирным свойствам на территории бывшего СССР [4, 1]. Согласно классификаций драгоценных камней А.Е. Ферсмана [5] бирюза относится к ограночным камням III порядка, а по Е.Я. Киевленко [1] к драгоценным камням (самоцветам) IV порядка, т.е. принадлежит к недорогим ювелирным камням.

Состав бирюзы определяют следующие соединения, в %: CuO 10, Al_2O_3 38, P_2O_5 34, H_2O 18. Кристаллохимическая формула имеет следующий вид: $\text{Cu Al}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Вещество бирюзы в аллохтонном состоянии представляет чужеродное образование в составе кислых вулканитов (рисунок 2).



Рисунок 2. Жилка бирюзы 5x0,5 см в кислых вулканитах (кварцевые латиты?)

В жиле бирюзы (рисунок 2) была обнаружена сульфидная вкрапленность. Зёрна сульфидов до 1,5 мм в поперечнике. Их скопления доходят до нескольких квадратных сантиметров (рисунок 3). Сульфиды похожи на арсенопирит.

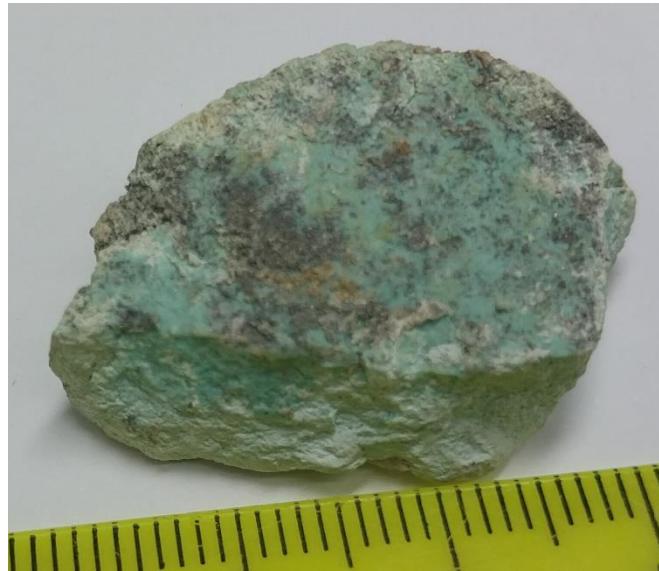


Рисунок 3. Бирюза с арсенопиритом (?) из жилы с рисунка 2

Кроме жильных образований бирюзы мы в коренных породах обнаружили ярко голубые желваки диаметром до 3 см в поперечнике (рисунок 4). С бирюзой были диагностированы ярко-синий азурит до 1 см в поперечнике и яблочно-зелёный хризопраз до 1 см.



Рисунок 4. Желвачки бирюзы нашего сбора

Район месторождения сложен мощной позднепалеозойской вулканической серией Кармазара. Её разрез начинается акчинская свита, S_2 ак. Она с размывом и несогласием залегает на вулканитах минбулакской свиты S_{1-2} и гранитоидах кармазарского комплекса S_2 . Минбулакская свита сложена андезито-базальтами с редкими прослоями известняков и мергелей, битуминозными мергелями с прослоями доломитов, туфов андезито-базальтов и кремнистых сланцев. Её мощность – 250 м.

Акчинская свита расчленена [3] на 9 толщ варьирующей мощности. Её разрез снизу вверх: 1) конгломераты, песчаники, туфы, липарито-дациты, мощность 100-400 м; 2) туфопесчаники, туфы и андезиты, 200-700 м; 3) кварцевые латиты, 200-500 м; 4) гравелиты, песчаники, глинистые сланцы, 100-300 м; 5) зеленовато-серые андезито-дациты, ~ 500 м; 6) серые и сиреневые дациты, 200-950 м; 7) сиреневые и фиолетовые крупнопорфировые андезиты, 100-200 м; 8) конгломераты и песчаники (в основании), перекрытые серыми и красновато-серыми липаритами, 600 м; 9) розовато-серые и красновато-серые липариты переходящие в дациты, 500-1000 м.

Общая мощность акчинской свиты составляет 900-2400 м. Вариации мощностей обусловлены грабен-синклинальными структурами – характерным элементом Кармазара. В этих структурах проявлена стратификация вулканитов и осадочных пород, нарушенная субвулканическими аппаратами [3].

Выводы

1) На месторождении Бирюзакан, после существенной отработки, нами в коренном залегании обнаружены жильные и желваковидные выделения ярко-голубой бирюзы существенных размеров и высокого качества.

2) В парагенезисе с бирюзой обнаружены сульфиды. Это может свидетельствовать о приуроченности бирюзы к последней рудной стадии, протекавшей в Кармазарском рудном районе.

Библиография

1. Киевленко Е.Я. Геология самоцветов. М.: Изд-во Земля. 2000. 582 с.
2. Менчинская Т.И. Бирюза. М.: Недра. 1989. 191 с.
3. Расчленение стратифицированных и интрузивных образований Таджикистана. Дашанбе: Дониш. 1976. 207 с.
4. Таджикская Советская Социалистическая республика. Гл. ред. Асимов М.С. Душанбе. 1974. 405 с.
5. Ферсман А.Е. Драгоценные и цветные камни СССР. М.: АН СССР. 1962. Т. VII. 731 с.

*Ореолы деконцентрации золоторудных месторождений и практика их применения в геологоразведке Мессерман И.З.*МГРИ (messerman39@gmail.com), Воронцов В.А.МГРИ (vorontsov1947@yandex.ru), Яшина В.И.МГРИ (Yashina1950@bk.ru)*

Аннотация

Рассмотрены ореолы снижения концентраций химических элементов в пределах золоторудных месторождений различных промышленных типов. Предложены мультипликативные отношения с применением элементов деконцентрации, позволяющие повысить геологическую обоснованность оконтуривания рудных образований, оптимизировать выбор кондиций при разведочных работах.

Ключевые слова

Ореолы деконцентрации, мультипликативное отношение, золото.

Теория

1. Одним из информативных методов при решении прикладных задач геологоразведки является совместное использование комплекса химических элементов-индикаторов оруденения и элементов деконцентрации, характеризующих интенсивность метасоматических процессов, в виде мультипликационных отношений, которые позволяют наиболее контрастно определять границы проявленности оруденения. Такие комплексы элементов обычно характеризуются высокой корреляционной зависимостью внутри группы и отрицательной между группами [2].

2. Количественная оценка степени проявленности ореолов выноса химических элементов при использовании литохимических методов и оценка интенсивности процессов рудообразования затруднена, что и определяет их относительно редкое достаточно достоверное описание и фиксацию. Это связано с методиками оценки литохимических ореолов, основанных на статистической оценке и оконтуривании литохимических аномалий, обычно применяющихся для резко контрастных рудогенных элементов, однако не эффективных при оценке слабо изменчивых концентраций породообразующих, петрогенных элементов, определяющих кислотность-щелочность растворов, обычно определяющих группы элементов деконцентрации.

3. Применение методов тренд-анализа, основанных на выделении детерминированной составляющей в пределах статистических окон сглаживания, сопоставимых по размерам с площадными размерами объектов оценки, позволяет фиксировать даже незначительные закономерные изменения в концентрациях и таким образом позволяет устанавливать пространственную геометрию литохимических ореолов выноса [2,3,4]. Применение таких методических приемов позволило устанавливать пространственное положение и резко увеличить интенсивность проявления элементов неоднородности разных масштабных уровней для золоторудных месторождений различных промышленных типов.

4. Для золоторудных месторождений в черносланцевых толщах, приуроченных к зонам линейного смятия типа «вязких разломов», метасоматические изменения которых представлены каолинизацией, пиритизацией, серицитизацией, характерно снижение концентраций элементов сидерофильной группы - Ni, Co, Mn, позволяющее фиксировать пространственное положение не только месторождений, но и элементов неоднородности в его пределах - рудных зон и рудных тел, по мультипликативному

отношению $Au \cdot As \cdot Sb / Ni \cdot Co \cdot Mn$, применение которого позволяет получить геологическое обоснование бортового содержания для оконтуривания рудных тел (Рис.1).



Рисунок 11. Золоторудное месторождение в черносланцевых толщах

5. Для месторождений золото-серебряной формации, рудные зоны которых с промышленными концентрациями золота и серебра представлены дроблением, кварцевым выполнением, брекчированием, кварц-адуляровыми и кварц-полевошпатовыми метасоматитами в вулканогенно-осадочных породах, также характерно снижение концентраций сидерофильной группы элементов, что позволяет использовать такое мультипликативное отношение при выделении рудных полей, месторождений [1]. Присутствие в рудах ряда золото-серебряных месторождений марганцевой минерализации несколько вуалирует его применение для масштабных уровней рудных зон, рудных тел. однако позволяет для контрастного оконтуривания рудных интервалов использовать мультипликативное отношение $Co \cdot Sc / Au^2$ (Рис.2).

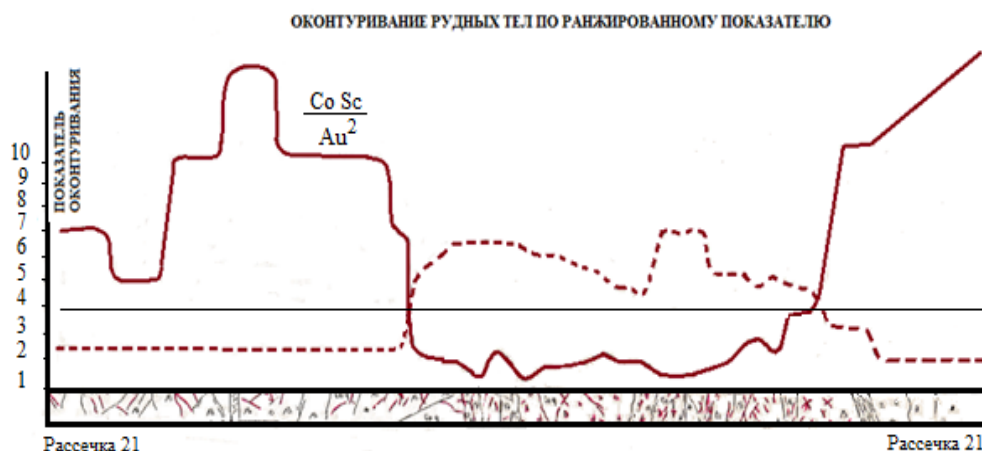


Рисунок 12. Золоторудное месторождение в вулканитах

6. Золоторудные месторождения во вторичных кварцитах характеризуются единым комплексом элементов-индикаторов золотого оруденения Ag-Bi-Sb-Pb. В пределах месторождений отмечается связь золотого оруденения с площадным развитием выщелоченных, пористых монокварцитов, с распространением зоны окисления на глубину. Интенсивное проявление метасоматических и окислительных процессов представлено закономерным снижением концентраций групп элементов Fe-Mg-Co-Mn и K-Na-Al. Это позволило использовать мультипликативное отношение $Au^2/K \cdot Mg$ в качестве оптимального показателя интенсивности процессов рудообразования, резко увеличивающего контрастность оценки (Рис.3) при выделении наиболее перспективных объектов для проведения оценочных работ.

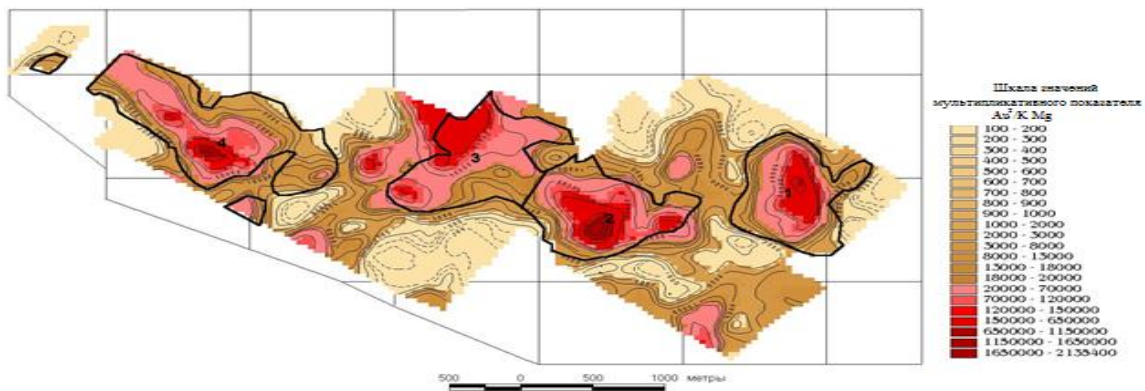
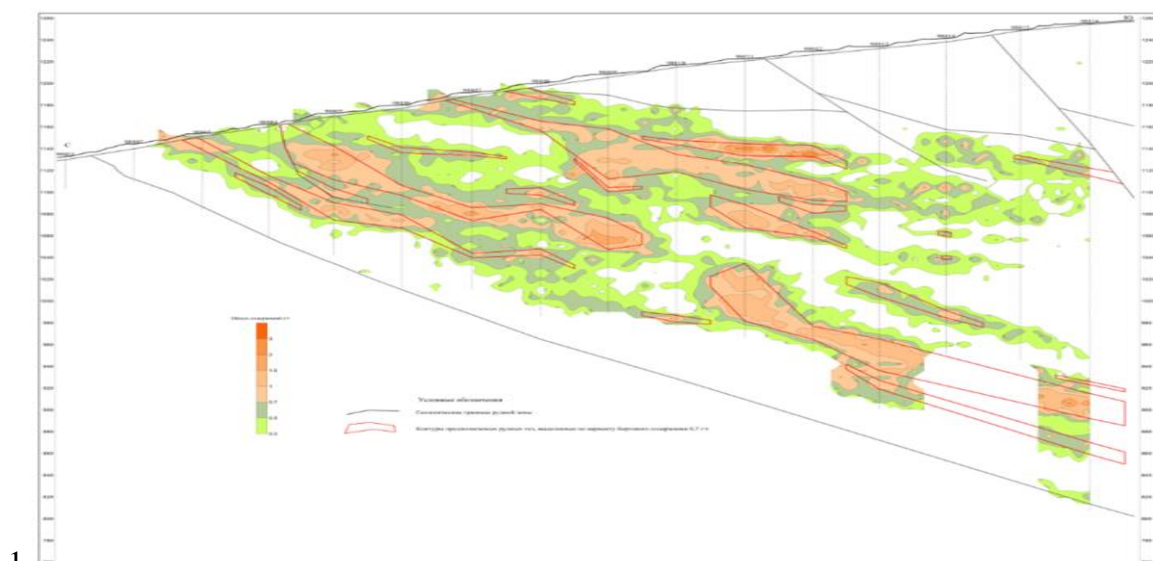
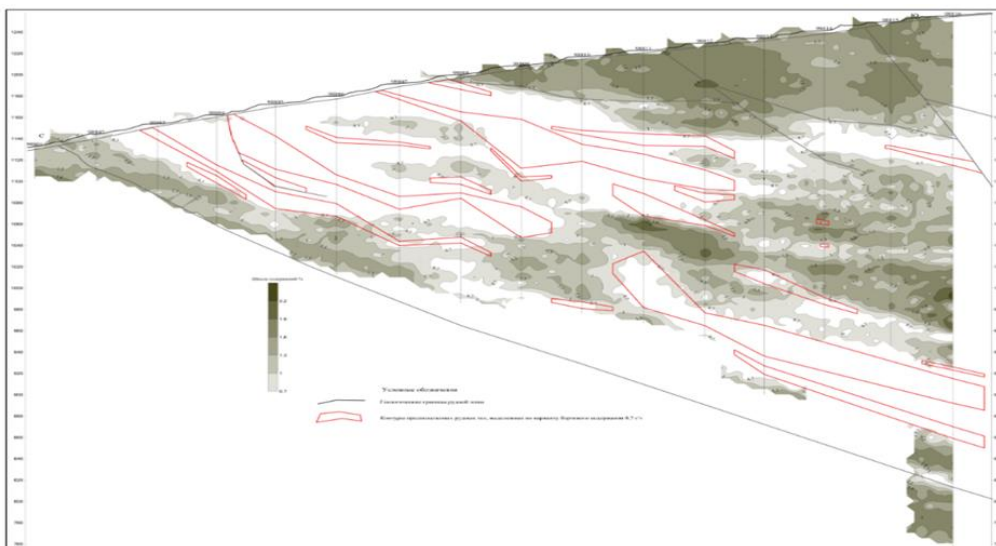


Рисунок 13. Золоторудное месторождение во вторичных кварцитах

7. Для золоторудных месторождений, локализованных в терригенно-осадочных пиритизированных породах, в пределах рудных зон, сложенных лимонит-кварц-калишпатовыми метасоматитами по аркозовым песчаникам, наряду с Au отмечается целый ряд элементов-индикаторов оруденения (Ag, Mo, Sb), а также элементов снижения концентраций (Na, Mg, Zr). Применяемое бортовое содержание для оконтуривания рудных тел (Рис.4) требует обоснованного выделения рудной зоны для количественной оценки коэффициента рудоносности, что может быть выполнено при использовании мультипликационного отношения с использованием ореолов деконцентрации (Рис.4-1, 4-2).



1.



2. **Рисунок 14.** *Распределение концентраций золота (1) и натрия (2) в пределах золоторудного месторождения в терригенных пиритизированных породах*

Выводы

Установленная закономерность особенно четко проявляется для масштабных уровней рудных тел, залежей, рудных месторождений и может быть использована при проведении геологоразведочных работ. Предлагаемый способ оконтуривания рудных образований позволяет уверенно выделять естественные границы развития золотого оруденения, так называемый «природный борт», снижает погрешности аналогий, ошибки сортировки при оконтуривании.

Библиография

1. Каждан А.Б., Мессерман И.З., Лаврова Т.Ю. Методические рекомендации по сбору и компьютерной обработке геологической, геофизической и геохимической информации. Комитет по геологии и использованию недр РФ, Московская Государственная геологоразведочная академия, 1995
2. Мессерман И.З., Абрамсон Г.Я., Воронин К.М. Выделение геохимических ассоциаций разных масштабных уровней. Известия АН СССР, №7, 1985.
3. Мессерман И.З., Пахомов В.И. Методика обработки геохимической информации на примере рудного поля. В сб. «Методы прикладной геохимии», Иркутск. 1982, с. 202-203.
4. Мессерман И.З., Яшина В.И. «Вопросы совершенствования методов обработки и интерпретации геохимической информации с позиций системного подхода». Московский экономический журнал, № 8, 2019.

«Результаты применения методики глубинного литохимического опробования с использованием мотобуров типа «Собра» для выявления аномалий ореолов рассеяния в пределах Раздолинского рудного узла (Красноярский край)» Нестеренко И.Ю. (ООО «Геотехконсалтинг», nesterenko_iy@geo-tc.ru), Асланлы К.А.о (ООО «Геотехконсалтинг», aslanly_ka@geo-tc.ru) Гречухин М.Н. (ПАО «Полюс», grechukhinMN@polyus.com) Аристархова В.В. (ПАО «Полюс», aristarkhovaVV@polyus.com)*

Аннотация

В пределах Раздолинского рудного узла проведено глубинное литохимическое опробование с использованием мотобуров типа «Собра», позволяющее выявить рудные тела. Данный вид опробования показал свою эффективность по сравнению с ранее выполненным опробованием по вторичным ореолам рассеяния (ВОР) горизонта «В». Изучена зависимость интенсивности аномалий вторичных ореолов рассеяния относительно глубины литохимического опробования.

Ключевые слова

Ореолы рассеяния, ВОР, литохимическое опробование, структурный элювий, мотобур «Собра», Раздолинский рудный узел, Красноярский край

Источники финансирования

Работы выполнены в рамках договора между ООО «Полюс» и ООО «Геотехконсалтинг».

Введение

Открытие новых месторождений золота за последнее десятилетие демонстрирует отрицательную динамику (Рис. 1). Наблюдается значительное снижение открываемых месторождений золота [4]. Основным методом поиска таких месторождений является геохимическое опробование по ВОР горизонта «В». Мы считаем, что отрицательная динамика обусловлена тем, что наиболее благоприятные по геологическим и ландшафтным условиям площади уже изучены. Соответственно, вектор геологоразведочных работ смещается к поиску золоторудных объектов в пределах площадей с неблагоприятными для опробования по ВОР условиями. Методика отбора геохимических проб не претерпела изменений с течением времени. Подавляющее большинство поисковых работ заключается в опробовании почвенного горизонта «В». В то же время, лабораторные методы за последние годы увеличили свою чувствительность, но это мало повлияло на желаемую результативность.

С целью повышения результативности поисков месторождений золота в пределах перекрытых ландшафтов нами применена методика глубинного литохимического опробования с использованием мотобуров типа «Собра». Работы проводились на эталонных объектах Красноярского края (Раздолинский рудный узел), в пределах которых классическая методика опробования по ВОР показала свою низкую эффективность.

Динамика золотых запасов за последние 30 лет



Рисунок 15. Соотношение открытых и прогнозируемых к открытию месторождений золота с затрачиваемым бюджетом на ГПП. (S&P Global Market Intelligence 12.03.2022)

Общеизвестно, что концентрация рудных элементов и элементов-спутников увеличивается при приближении к рудному телу (Рис. 2). На примере рассмотрения вторичных ореолов можно сказать, что их интенсивность и параметры зависят от целого ряда факторов: концентрации вещества в первичном рудном, расстояния от рудного тела до дневной поверхности, условий переноса вещества. Если рудное тело перекрыто дальнепринесенными отложениями, то основным механизмом формирования вторичного ореола будет миграция вещества от рудного тела путем диффузии и воздействия растворов в зоне аэрации [1]. В данном случае, концентрации над рудным телом с увеличением глубины будут увеличивать свои абсолютные значения, что отразится на большей контрастности выделяемых аномалий. Следовательно, есть все предпосылки к увеличению глубины отбора на площадях с распространением закрытых ландшафтов, в том числе, и в пределах Раздолинского рудного узла.

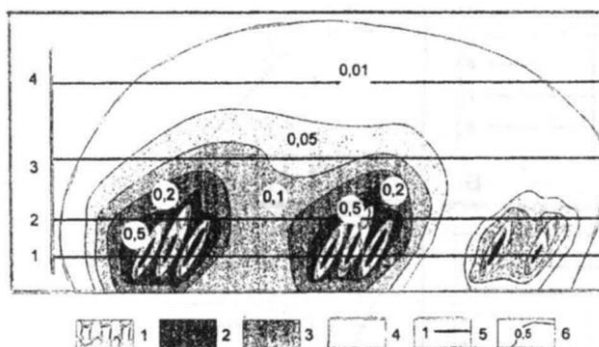


Рисунок 16. Внутренняя структура геохимического поля прогнозно-поисковой модели (Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов «Методические рекомендации по технологии геохимических работ масштаба 1:200 000 в закрытых районах для прогноза полезных ископаемых»). 1-рудное тело; 2-группа рудных тел; 3 – месторождение; 4 – рудное поле; 5 – варианты эрозионного среза; 6 – изолинии содержания элементов в условных единицах

Методика и объём полевых работ. В рамках полевого этапа работ проводился сравнительный анализ поверхностных геохимических аномалий с аномалиями более глубоких горизонтов. Для глубинного опробования применялись мотобуры типа «Собга». В качестве буровых труб использовались стандартные полые цилиндрические трубы из сплава повышенной износостойкости метровой длины. Бурение проводилось до глубины 5 м с отбором проб с интервала 0,4 м с шагом по скважине – 1 м. С каждой проектной точки бурения было отобрано 6 проб (одна поверхностная и пять проб из

скважины через каждый метр). Отбор проб производился с помощью пробоотборника желоночного типа. Вес литохимической пробы составлял до 450 гр. Первичная обработка пробы заключалась в сушке и просейке проб. После первичной обработки пробы отправлялись на лабораторный анализ методом ICP-AES (ICP). Всего на 6 участках (Змеиный-Светлый, Антониновский, Попутнинский, Северо-восточный, Юго-восточный, Центральный) пробурено 199 скважин и отобрана 981 проба с различных глубин для сравнительного геохимического анализа [3].

Результаты полевых работ. С целью наглядного представления результатов полевых работ были построены графики (Рис. 3), отражающие содержания элементов (на примере Au и As) в пробах, отобранных из горизонта «В» и с максимальной глубины пробоотбора (условный горизонт «С»). На разноске отражены содержания для каждой из отобранных проб.

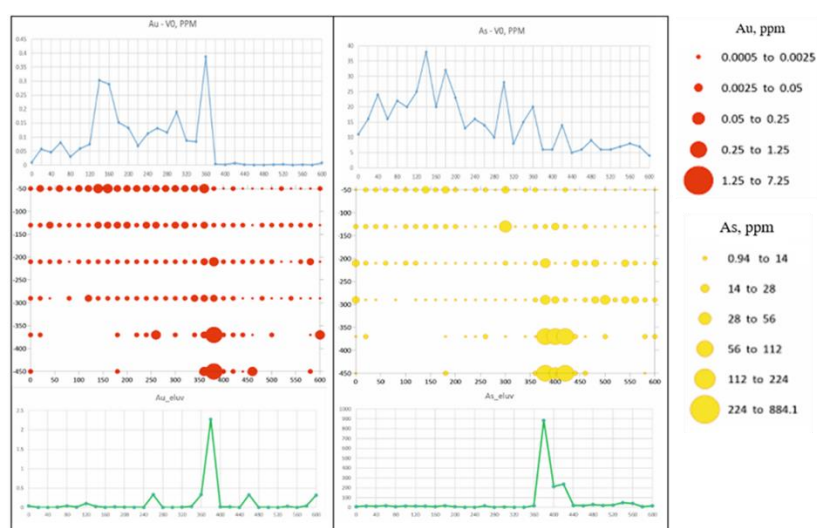


Рисунок 17. Сравнение результатов аналитики ICP для поверхностных (V0) и глубинных (As_eluv, Au_eluv) проб на участке Змеино-Светлое

Анализ зависимости статистических параметров геохимического поля от глубины опробования, демонстрирует уменьшение уровня помех и повышение контрастности аномалий за счёт увеличения абсолютных значений концентраций [2]. Фиксируемые высококонтрастные аномалии наиболее глубинных проб (условный горизонт «С») позволяют локализовать коренной потенциально рудный объект. С одной стороны, это приводит к более высокой достоверности выделенных потенциально рудных зон и к сужению площадей для заверки в ходе дальнейших ГРП, а с другой стороны, приводят к необходимости выбора более детального шага опробования (в противном случае присутствует вероятность пропуска аномалий указанного типа).

На наш взгляд, особенности фиксируемого геохимического поля наиболее глубинных проб могут быть объяснены следующим: при увеличении глубины пробоотбора происходит переход от вторичного ореола рассеивания (рыхлые перекрывающие отложения) к ореолу близкому к первичному [1], расположенному в пределах выветрелых подстилающих коренных горных пород. При этом, не исключён вариант, что на максимальных глубинах, где наблюдается потеря проходки, отбираемый материал приближен к коренным источникам и геохимическое поле будет характеризоваться, в данном случае, параметрами первичного ореола рассеивания.

При анализе изменений содержания элементов с глубиной проанализированы содержания Au, As и Cu – и построены графики изменений максимального и среднего содержания в пределах аномальной зоны в зависимости от глубины опробования [2]. Приведен пример результатов для участка Змеиный-Светлый (Рис. 4).

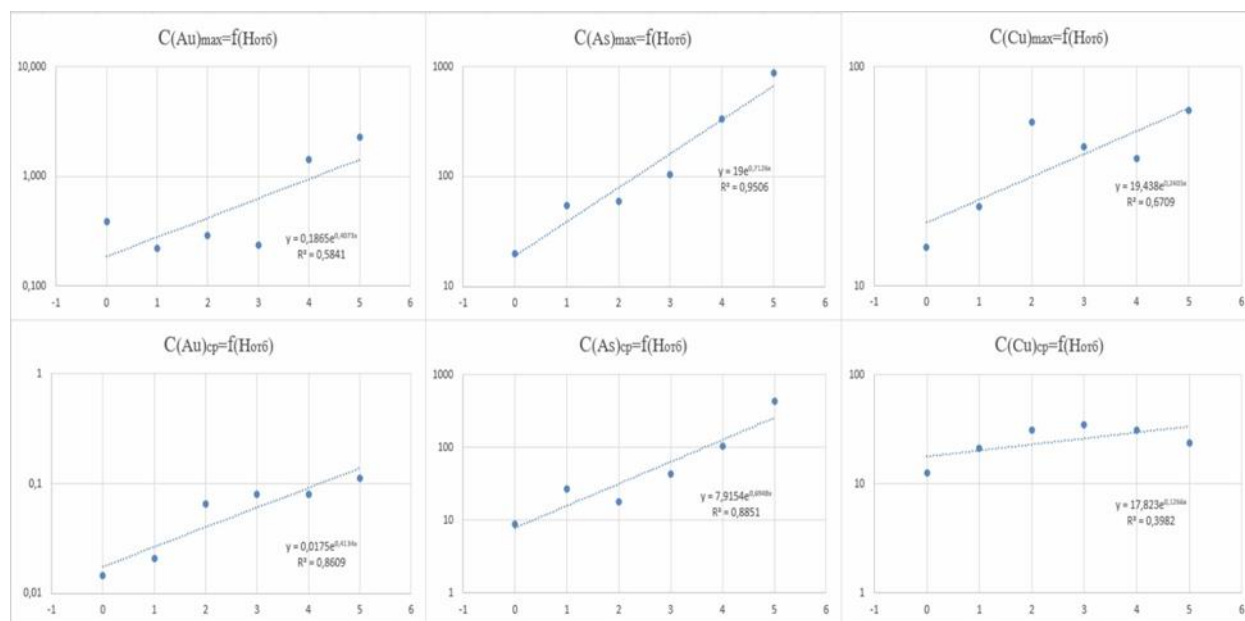


Рисунок 18. Графики зависимости статистических показателей Au, As, Cu от глубины опробования по данным ИСР. Участок Змеиный-Светлый.

Выводы. Глубинное литохимическое опробование с помощью мотобуров типа «Совга» оказалось наиболее эффективным и информативным при выполнении работ в условиях неблагоприятных ландшафтов – на примере Раздолинского рудного узла. Установлено, что при максимальных глубинах бурения 5 м, наиболее показательным по параметрам размах-контрастность оказался горизонт перед потерей проходки (условный горизонт «С»). Положительный результат применения рассматриваемой методики подкрепляется высокой интенсивностью аномалий в контурах ранее выделенных рудных тел. Подтверждены АГХЗ развития As, Au и сопутствующих им элементов, совпадающие с ранее установленным рудными телами. К тому же, использование поинтервального опробования дает возможность изучения вторичных ореолов рассеяния в рыхлых перекрывающих отложениях и позволяет оценить особенности поверхностного сноса. Анализ значений концентраций рудных элементов, полученных количественным анализом ИСР-Au, позволяет перевести потенциально рудные тела и зоны в ранг достоверно выделенных.

Библиография

1. Барсуков В.Л., Григорян С.В., Овчинников Л.Н. Геохимические методы поисков рудных месторождений. М., Наука, 1981.
2. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. М-во геологии СССР. М., Недра, 1983 г.
3. Котельников Е.Е. Информационный отчет о результатах работ по проведению полевых геохимических опытно-методических работ на Южно-Попутнинской, Светлой и Верхне-Рыбинской площадях в Мтогинском районе Красноярского края, Книга 1. Поинтервальное опробование. 2022 г.
4. S&P Global Market Intelligence 12.03.2022

Влияние «бортового содержания» на количество запасов полезного компонента на основе апатит-нефелинового месторождения Никитенкова А.В. (НИТУ МИСИС, m1902938@edu.misis.ru), Белоусов Р.А. (НИТУ МИСИС, m1900992@edu.misis.ru)*

Аннотация

Современная горная промышленность неотъемлемо связана с экономикой. А экономические показатели (затраты, прибыль, расходы, себестоимость и др.) рассчитываются на каждом этапе жизни горного предприятия. В свою очередь, существует понятие «бортовое содержание полезного компонента», небольшое изменение которого может кардинально повлиять на количество и качество запасов, перспективных к отработке, что, соответственно, отражается на финансовых вложениях в проект. [1]

Бортовое содержание – определенный показатель, порог, который условно разделяет запасы месторождения на рентабельные для горного производства и нерентабельные. На этапе планирования и эксплуатации бортовое содержание используется по разному назначению. [2], [3]

Цель работы – проанализировать изменения в объеме и тоннаже полезного компонента, происходящие с повышением и понижением значения бортового содержания. А также выявить определенную динамику, зависимость между исследуемыми параметрами.

Ключевые слова

Бортовое содержание, модель, полезный компонент, запасы.

Теория

Работа выполнялась на примере данных с Кукисвумчорского месторождения апатит-нефелиновых руд, расположенного в южной части Хибинского массива в 5,5 км к северо-востоку от административного центра района – города Кировска. Кукисвумчорское месторождение является северо-западной частью единого рудного тела сложной пласто-линзообразной формы, протягивающегося на 12 километров. [4]

Исследование произведено в несколько этапов: аудит базы данных с использованием языка программирования Python, импорт данных в программное обеспечение ГГИС Micromine, выделение рудных интервалом согласно заданным бортовым содержаниям, построение контуров, каркасов и блочных моделей месторождения.

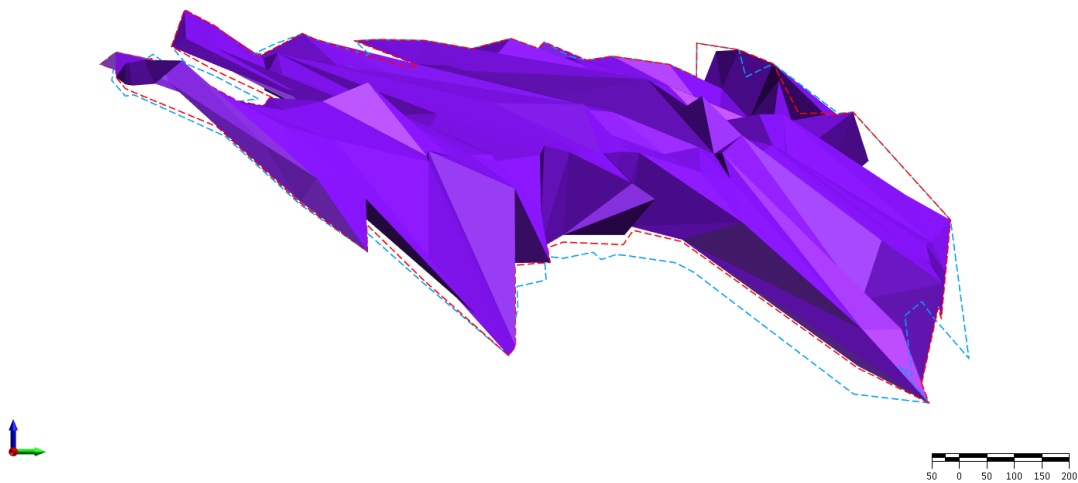


Рисунок 1. Каркас с содержанием 6% на фоне контуров каркасов 2% и 4%.

Итоги исследования - три рудных модели месторождения с различным бортовым содержанием полезного компонента. Для первой модели бортовое содержание принято согласно кондициям - 4%, для двух других соответственно на 2 единицы больше и меньше принятого. Выполнено сравнение запасов каждой из полученных моделей при одинаковых параметрах интерполяции.

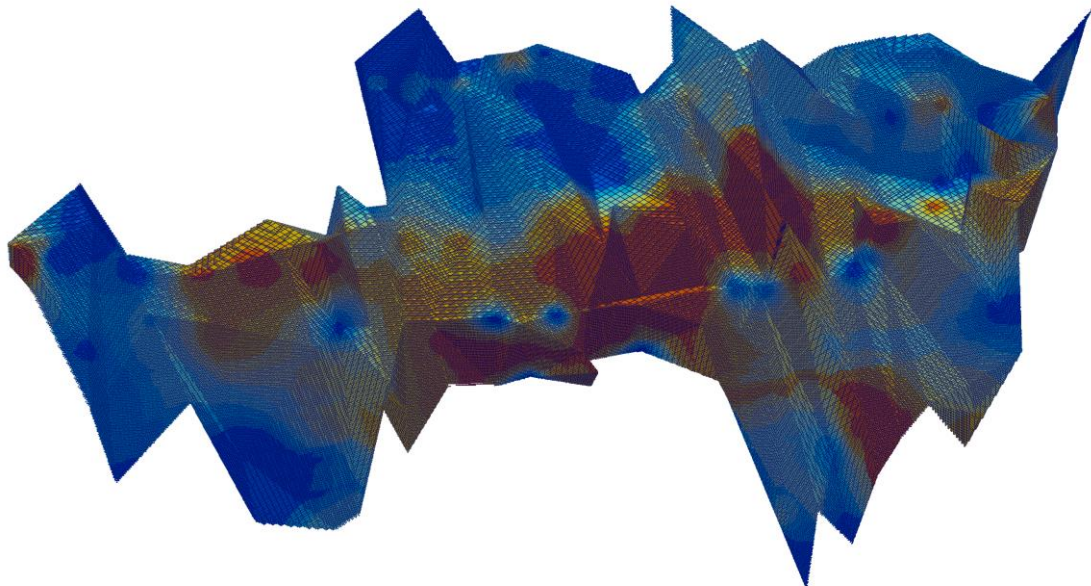


Рисунок 2. Заполненная блочная модель (бортовое содержание 4%)

После создания и объединения всех отчетов по блочным моделям и каркасам, общий отчет выглядел таким образом:

БОРТ, %	Тип модели	ОБЪЕМ, м ³	ТОННАЖ, т	СОДЕРЖАНИЕ, %
2	БМ	126 815 168	367 763 987	11.24
	КАРКАС	126 817 447	367 770 599	-
4	БМ	98 873 208	286 732 303	13.15
	КАРКАС	98 875 266	286 738 273	-
6	БМ	90 657 816	262 907 666	14.47
	КАРКАС	90 655 468	262 900 857	-

Выводы

В результате анализа было выявлено, что объем и тоннаж с увеличением борта уменьшается нелинейно и пропорционально, а значительное уменьшение происходит от борта в 2% к 4%. Это свидетельствует о том, что интервалов с содержаниями P2O5 от 2 до 4 % гораздо больше, чем интервалов с содержаниями от 4 до 6 %.

Также установлено, что содержание полезного компонента с увеличением борта повышается. Это происходит, потому что в расчете среднего содержания полезного компонента не учитываются более низкие значения проб.

Библиография

1. Бортовое содержание, АМС consultants – URL: <https://www.amccconsultants.com/ru/experience/break-even>
2. Кировский рудник, Хибин, Мурманская область – URL: <https://webmineral.ru/deposits/item.php?id=1114>
3. Роль кондиций при оценке и эксплуатации месторождений твердых полезных ископаемых, Ю.А. Малютин – URL: https://olymp.msu.ru/file/event/5604/eid5604_attach_5fb6d14b3e7de1b0e2f740dcb4dc10a21ae978fa.pdf
4. Специфика горной промышленности как вида экономической деятельности – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/spetsifika-gornoj-promyshlennosti-kak-vida-ekonomicheskoy-deyatelnosti/viewer>

Рудно-магматическая система золота, связанная с интрузиями крупного магматогенного поднятия Западной Чукотки Николаев Ю.Н. (МГУ им. М.В.Ломоносова, nikolaev@geol.msu.ru), Балыкова И.В. (МГУ им. М.В.Ломоносова, irin701@gmail.com), Бакшеев И.А. (МГУ им. М.В.Ломоносова, iab68@mail.ru), Калько И.А. (МГУ им. М.В.Ломоносова, ildarkalko@ya.ru), Власов Е.Ю. (МГУ им. М.В.Ломоносова, vl.home@mail.ru)*

Аннотация

На основании полевых и лабораторных исследований, обобщения поисковых геологических и геохимических данных определены характеристики и особенности локализации золотого оруденения, связанного с гранитоидами крупного магматогенного поднятия в Южно-Ануйской СФЗ (Западная Чукотка). Изучены вещественный состав руд, структура аномального геохимического поля, определены температуры гомогенизации и концентрация солей в ГЖВ, разработаны минералогическо-геохимические критерии типизации и прогноза золотого оруденения.

Ключевые слова

Рудно-магматическая система, геохимические аномалии, рудные минералы, золото, флюидные включения, геохимическая зональность

Теория

Основная добыча золота на Чукотке в настоящее время ведется из золото-серебряных (Купол, Двойное, Валунистое), золото-кварцевых (Каральвеем) и золото-мышьяковистых (Майское) месторождений, запасы которых постепенно истощаются. В последние годы основной прирост запасов и добычи был обеспечен разведкой золотого оруденения, локализованного в гранитоидах (Кекура). Перспективность этого типа оруденения в совокупности с предстоящим освоением золото-медно-молибденовых месторождений Баимской зоны во многом будет определять развитие золотодобывающей отрасли в Чукотском АО в ближайшие годы.

В отличие от повышенного интереса западных исследователей к месторождениям золота в гранитоидах, в отечественной литературе им уделено гораздо меньше внимания [1, 6]. В публикациях российских авторов за основу прогноза принята геолого-генетическая модель золоторудных систем, связанных с интрузиями (IRGS), разработанная для рудного пояса Тинтин на примере хорошо изученных месторождений Аляски и Юкона [3-5]. При всех достоинствах поисковая модель не содержит ряд важных, прежде всего геохимических характеристик и параметров промышленно-значимых объектов этого типа и критериев оценки уровня их эрозионного среза. Полученные в последние годы результаты исследований в Стадухинском рудно-россыпном районе (Западная Чукотка) расширяют представления о составе, формировании и размещении золотого оруденения, связанного с интрузиями.

Стадухинский рудно-россыпной район выделен в результате геологического изучения, поисковых и разведочных работ на россыпное и коренное золото в пределах Южно-Ануйской сутуры, которая рассматривается как пограничная структура, отделяющая Чукотский микроконтинент от Алазейско-Олойской складчатой области.

Южно-Ануйская сутура сложена интенсивно деформированными палеозойско-мезозойскими магматическими, метаморфическими образованиями и осадочными отложениями. В составе структурно-вещественных комплексов выделяются офиолиты, островодужные образования, турбидиты триаса, верхней юры, нижнего мела, а также терригенный меланж аккреционного типа с блоками океанической коры. Во время коллизии океанические и островодужные комплексы были шарьированы на пассивную окраину Чукотского континента. В постколлизийный этап сдвиговых деформаций завершилось формирование чешуйчато-блокового строения сутуры [2].

Постколлизийный этап характеризуется активным магматизмом и формированием интрузивно-купольных структур, сопровождавшимся гидротермальной деятельностью с образованием золоторудных месторождений, связанных с интрузиями. Основным этапом интрузивного магматизма, с которым связана гидротермальная деятельность, является конец раннего мела. В конце апта – начале альба (113-100 млн. лет), согласно результатам U-Pb датирования, на территории района в результате внедрения интрузивов габбро-диорит-монцодиорит-гранодиорит-гранитного комплекса сформировалась крупная купольно-кольцевая структура диаметром около 80 км.

Стадухинский рудно-россыпной район выделен в границах развития интрузивного магматизма и широко проявленной россыпной золотоносности. Локальные интрузивно-купольные структуры гранитоидных массивов являются рудогенерирующими центрами или рудно-магматическими структурами (РМС) более высокого порядка, с которыми связано золотое оруденение. Диагональные разломы контролируют размещение месторождений и проявлений золота. Кроме собственно золотой минерализации в экзоконтактовой зоне гранитного массива г. Трехречье в углеродистых алевролитах теньгельвеевской толщи выявлена полиметаллическая медно-цинковая минерализация, разведанная бурением. В экзоконтактовой зоне Гвардейского массива поисковыми геохимическими работами впервые на площади района выявлена золото-серебряная минерализация с близкими к промышленным параметрами. Пространственное распределение различных типов оруденения и соответствующих им геохимических ассоциаций свидетельствует о неоднократной перестройке структурно-тектонического плана территории с формированием новых рудоконтролирующих и рудолокализирующих структур на фоне многократной активизации тектономагматической деятельности и эволюции вещества магматических расплавов и гидротермальных флюидов.

Выявлены закономерности размещения месторождений и проявлений, согласованные со структурой аномального геохимического поля (АГХП) в пределах магматогенного поднятия. В границах АГХП выделяется рудный район со следующим строением: 1) ядерной зоной с крупным золоторудным месторождением Кекура и однотипными проявлениями ближнего круга, относящимися к золото-кварцевому березитовому типу; 2) промежуточной зоной с проявлениями золото-редкометального теллуридно-висмутового оруденения в гранитоидах; 3) внешней зоной, в которой впервые для подобных систем выявлены золото-серебряные проявления в терригенных породах рамы, имеющие промышленные перспективы.

В развитии рудно-магматической системы выделены этапы, связанные с разными фазами внедрения и последовательного формирования 3-х основных типов оруденения: золото-редкометального теллуридно-висмутового, золото-кварцевого (березитового) и золото-серебряного.

В наиболее ранний этап из рудоносного флюида, связанного с восстановленными магмами, сформировалось типичное для систем IRGS золото-редкометальное оруденение, представленное системами параллельных жил и прожилков в трещинах скола. Рудная минерализация - арсенопирит, шеелит, пирит, висмутин, самородный висмут, теллуриды и сульфотеллуриды висмута, высокопробное самородное золото (>900‰) формировалась на глубинах 2-3 км при температурах 300-340⁰ из малосоленых флюидов (1,4-6,4 мас.%NaCl.экв). Геохимическая ассоциация в рудах и вторичных ореолах: Au-Te-Bi-W-Fe-S-As-(Cu, Sn, Mo).

В более поздний этап на глубинах, сопоставимых с выделяемой авторами [4] «эпитермальной зоной», из рудоносного флюида, вероятно связанного со второй фазой внедрения более кислых восстановленных магм, сформировалось золото-кварцевое (березитовое) оруденение месторождения Кекура и участков ближней периферии. Последние ассоциируют с апофизами Кекурского гранитоидного массива.

Месторождение Кекура расположено в центральной части интрузивного массива, сложенной гранитами и гранодиоритами, в узле пересечения разломов северо-восточного и северо-западного направлений. Рудными телами на месторождении и флангах рудного поля являются жилообразные залежи и линзы кварц-серицитового состава, слагающие центральные части березитовых ритмов. Основные промышленные запасы золота сосредоточены в рудной зоне Пологая, прослеженной по простиранию на расстояние около 1 км и по падению на 300–350 м. Мощность рудных тел от нескольких десятков сантиметров до 3 м, в среднем не более 1 м.

Руды месторождения Кекура и проявлений ближней периферии относятся к золото-кварцевому убогосульфидному типу. Рудная минерализация представлена самородным золотом средней пробности (800-880‰) и небольшим количеством сульфидов (1-5 %), среди которых наиболее распространенным является арсенопирит, второстепенными - пирит, шеелит, сфалерит, галенит, халькопирит, блеклые руды. Геохимическая ассоциация в ореолах рассеяния представлена Au, As и W. Формирование руд происходило на глубинах не более 1,5-2 км из малосоленых флюидов (3,1-5,9мас.%NaCl экв.) в интервале температур 230-270⁰ С.

В заключительный этап гидротермальной деятельности, связанный с внедрением поздних даек, к которым приурочены кварцевые жилы с золото-серебряной минерализацией протяженностью 100-400 м и мощностью до 1 м, состав рудоносных флюидов существенно изменился. В составе гетерогенных флюидов более значимую роль играют углекисло-водные растворы с соленостью 4-14 мас.% NaCl экв. Температура гомогенизации ГЖВ определена в интервале 270-300⁰С, что соответствует глубинам эпитермальной зоны. Рудная минерализация представлена арсенопиритом, пиритом, галенитом, сфалеритом, халькопиритом, блеклыми рудами, сурьмяными и свинцово-сурьмяными сульфосолями серебра, акантитом и низкопробным самородным золотом (<700‰). Геохимическая ассоциация в рудах и вторичных ореолах: Au-As-Ag-Pb-Zn-Sb.

Исследование вертикальной геохимической зональности проводилось по программе НЮ-2. В результате обработки был получен общий ряд вертикальной геохимической зональности рудно-магматической системы Стадухинского района (снизу-вверх): Bi-Te-Na-Cu-S-As-Co-Fe- K-W-Al-Mg-Ni-Au-Mo-Ca-Sb-Mn-Zn-Pb-Ag.

Полученный ряд вертикальной геохимической зональности соответствует принятой модели, в которой элементы нижней его части (W-Te-Bi-Fe-S-Cu-Co) представляют ранний более высокотемпературный (300-350⁰) минеральный парагенезис золото-редкометального этапа, руды которого сформировались на больших глубинах

(>2 км), а элементы верхней части (Au-Ag-Sb-As-Pb-Zn) - низкотемпературный (250-300⁰) парагенезис элементов золото-кварцевого березитового и золото-серебряного (связанного с поздними дайками) этапов, оруденение которых относят к эпиптермальной зоне (с глубиной формирования 1,5-2 км).

По результатам обработки выявлены геохимические показатели зональности общего вида AgSbPb/BiWMoCuAs, которые могут быть использованы для определения уровня среза выходящих на поверхность проявлений золота. Дополнительным критерием для оценки степени эродированности локальных рудных систем является рост пробности золота с глубиной: от электрума в золото-серебряных жилах (600‰) к средней пробности в золото-кварцевых рудах (800‰) и высокопробному в парагенезисе с теллуридами висмута в золото-редкометальном типе (900‰).

Выводы

В результате выполненных исследований получены новые данные, существенно расширяющие представление о геохимической структуре, составе, закономерностях размещения, параметрах рудообразования, глубинах формирования и пульсационном характере рудно-магматического процесса в Стадухинском рудно-россыпном районе с крупным золоторудным месторождением Кекура. Построена модель вертикальной геохимической зональности золотого оруденения типа IRGS и разработаны критерии оценки уровня эрозионного среза оруденения и его распространения на глубину.

Уровень эрозионного вскрытия рудно-магматической системы, согласно разработанной модели вертикальной минералого-геохимической зональности, оценивается как соответствующий нижним частям эпиптермальной зоны. Главным фактом, свидетельствующим в пользу вскрытия эрозией относительно глубинных частей в периферийных гранитоидных массивах рудно-магматической системы являются состав, высокая пробность золота и более высокие температуры гомогенизации газовой-жидких включений. Впервые для подобных систем выявлены золото-серебряные проявления на их периферии, имеющие промышленные перспективы. Дана их прогнозная оценка.

Библиография

1. Волков А. В., Сидоров А. А., Прогнозно-поисковая модель месторождений золота, связанных с интрузивами гранитоидов арктической зоны России. Арктика: экология и экономика № 3 (31), 2018.
2. Соколов С.Д., Тучкова М.И. Ганелин А.В., Бондаренко Г.Е., Лейер П. Тектоника Южно-Анхойской сутуры (Северо-Восток Азии). Геотектоника, 2015, №1, с. 5-30.
3. Baker, T., Pollard, P.J., Mustard, R., Mark, G., Graham, J.L., 2005. A comparison of granite-related tin, tungsten, and gold-bismuth deposits: implications for exploration. SEG Newsl. 61, 5–17.
4. Hart, C.R.J., 2005, Classifying, distinguishing and exploring for intrusion-related gold systems. The Gangue, Geological Association of Canada, Mineral Deposits Division, 87 (1): 4-
5. Lang, J., Baker, T., 2001. Intrusion-related gold systems: the present level of understanding. Mineral. Dep. 36 (6), 477–489.

Vikent'eva O.V., Prokofiev V.Yu., Gamyarin G.N., Goryachev N.A. Bortnikov N.S. Intrusion-related gold-bismuth deposits of North-East Russia: PTX parameters and sources of hydrothermal fluids // Ore Geol. Rev., 2018, vol. 102, p. 240-259.

Золотоносность неогеновых отложений, ее генезис и значение для расширения МСБ золота в России Прасолов А.М. (МГРИ, prasolov00@yandex.ru), Владимирцева О.В. (ИГЕМ РАН, olga_9_4@mail.ru)*

Аннотация

В условиях значительного истощения минерально-сырьевой базы легкодоступных золотоносных объектов становится все более актуальным вопрос выявления новых месторождений. Помимо традиционных типов золоторудных объектов, следует обратить внимание на неогеновые отложения, которые могут выступать как в качестве источников питания россыпей, так и в роли собственно месторождений золота.

Ключевые слова

Золото, россыпи, неоген, промежуточный коллектор.

Теория

Россыпи - один из главных источников золота. Несмотря на то, что доля извлекаемого металла в общемировой добыче за последние десятилетия снизилась в пользу коренных месторождений и объектов дискуссионного генезиса (золотоносные конгломераты и пр.), исследование процессов россыпеобразования все еще остается актуальным при решении вопросов локализации источников золота россыпей.

Как известно, современные россыпи может питать коренное рудное золото (рассеянное или сконцентрированное), или/и промежуточные коллекторы более древних осадочных толщ, которые в свою очередь также могут представлять собой промышленно значимые объекты. В роли промежуточных коллекторов могут выступать древние конгломераты, гравелиты и песчаники различного генезиса, а также подвергшиеся перемыву третичные отложения. [4]

В мире одними из самых продуктивных для россыпеобразования промежуточных коллекторов (не считая золотоносных конгломератов, которые занимают отдельное место) являются золотоносные отложения третичного возраста, и в особенности неогенового периода. В качестве примера можно привести знаменитые калифорнийские россыпи, из которых было добыто несколько десятков тонн золота, а в последние десятилетия дополнительно приращены запасы золота в их третичных источниках. [2]

Особенности неогенового времени и неогеновых отложений.

Неогеновый период относится к ныне продолжающейся геократической эпохе, что обуславливает важные в контексте анализа металлогении золота особенности данного времени:

1. Обширные выровненные области континентов покрытые в мел-палеогеновое время эпиконтинентальными морями, в неогене были выведены в область денудации, что обусловило дифференциацию рельефа и формирование больших объемов терригенных пород.

2. В неогене активно развивались покровно-складчатые альпийские (неотектонические) горные сооружения (Альпийско-Гималайский пояс) и росли неотектонические орогены в пределах молодых платформ (Урал, Тянь-Шань и др.).

3. Сравнительно небольшое время, прошедшее с начала неотектонической активизации, не позволило существенно литологически преобразоваться или полностью денудироваться отложениям неогена. По большому счету современный рельеф является унаследованным от рельефа неогенового времени с некоторым «оплавлением» или подновлением морфоструктур в зависимости от степени тектонической активности регионов.

Итак, неогеновые отложения, сформировавшиеся в условиях, крайне благоприятных для россыпеобразования, и в большинстве случаев находящиеся сегодня на земной поверхности в зоне выветривания, могут выступать в роли источников питания для современных золотоносных россыпей. Аккумулировав в себе золото из разрушенных золотоносных пород обнаженных в областях неотектонических поднятий, неогеновые толщи сами постепенно вовлекаются в денудацию в четвертичное время, и уже сами являются источником золота для современных отложений. В современном процессе россыпеобразования они по сути являются промежуточным коллектором.

Таковыми неогеновыми породами, в которых образовались вторичные концентрации золота, могут быть осадки, заполнявшие палеодолины неогеновых рек и межгорных впадин, прибрежно-морские области и другие благоприятные для концентрации тяжелой фракции геоморфологические структуры.

Известно, что чем длительнее и многоступенчатее был процесс переноса и переотложения вещества, тем более значительно обогащение в окончательном коллекторе металла. По сути, процесс переотложения золотоносных отложений является природной «обоганительной установкой». Поэтому даже непромышленные скопления золота в исходных разрушаемых породах могут в последствие давать промышленные концентрации в россыпях. [2, 4]

С каждым десятилетием происходит понижение требований к технико-экономическим показателям, что обусловлено развитием технологий (в том числе золотодобычи), что в свою очередь делает экономически обоснованным освоение месторождений с более низкими содержаниями золота.

Потенциально золотоносные неогеновые отложения в силу своих литологических особенностей с точки зрения обоганительных процессов могут рассматриваться как россыпные месторождения (простая дезинтеграция вещества, преимущественно гравитационное обогащение, возможность добычи золота традиционной промывкой). Однако по площадям, объемам и запасам потенциальных месторождений могут приравниваться к рудным объектам. Таким образом, потенциально золотоносные неогеновые отложения характеризуются следующими особенностями: убогие/низкие содержания золота, значительные объемы распространения золотоносности, относительно большие запасы металла, простые технологические схемы обогащения. [4]

Практическая значимость исследования неогеновых отложений кроется в возможности выявления, как и собственно золотоносных месторождений в терригенных толщах, так и россыпных месторождений, эти толщи дренирующих.

В России на площадях развития неогеновых отложений существует множество россыпей и целых россыпных узлов, с неустановленным источником золота с признаками гипергенных преобразований золотин, которые могут указывать на поступление золота из промежуточных коллекторов. Такие объекты повсеместно распространены в традиционных золотопромышленных районах страны (Урал, Верхояно-Колымская область и пр.). В качестве характерного примера рассмотрим левобережье р. Индигирки (рис.1), нижнее-среднее течение р. Селенных (Верхояно-Колымская складчатая область).

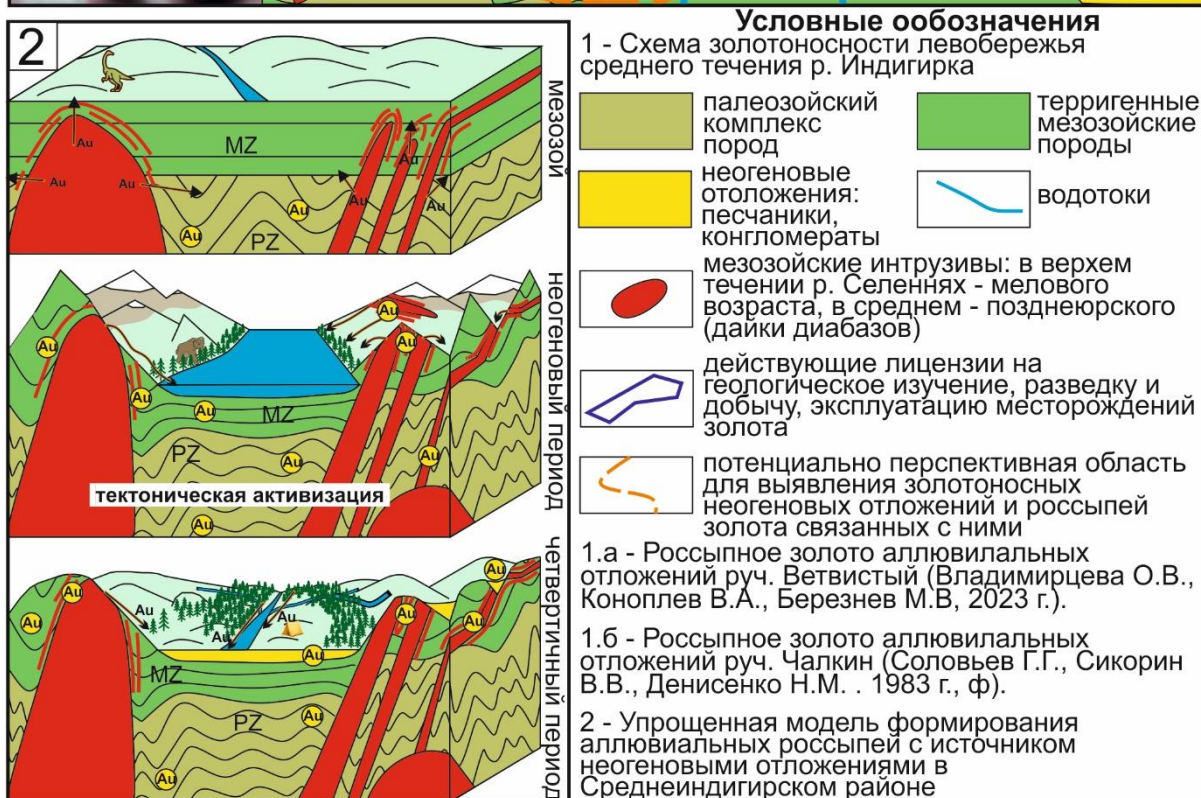
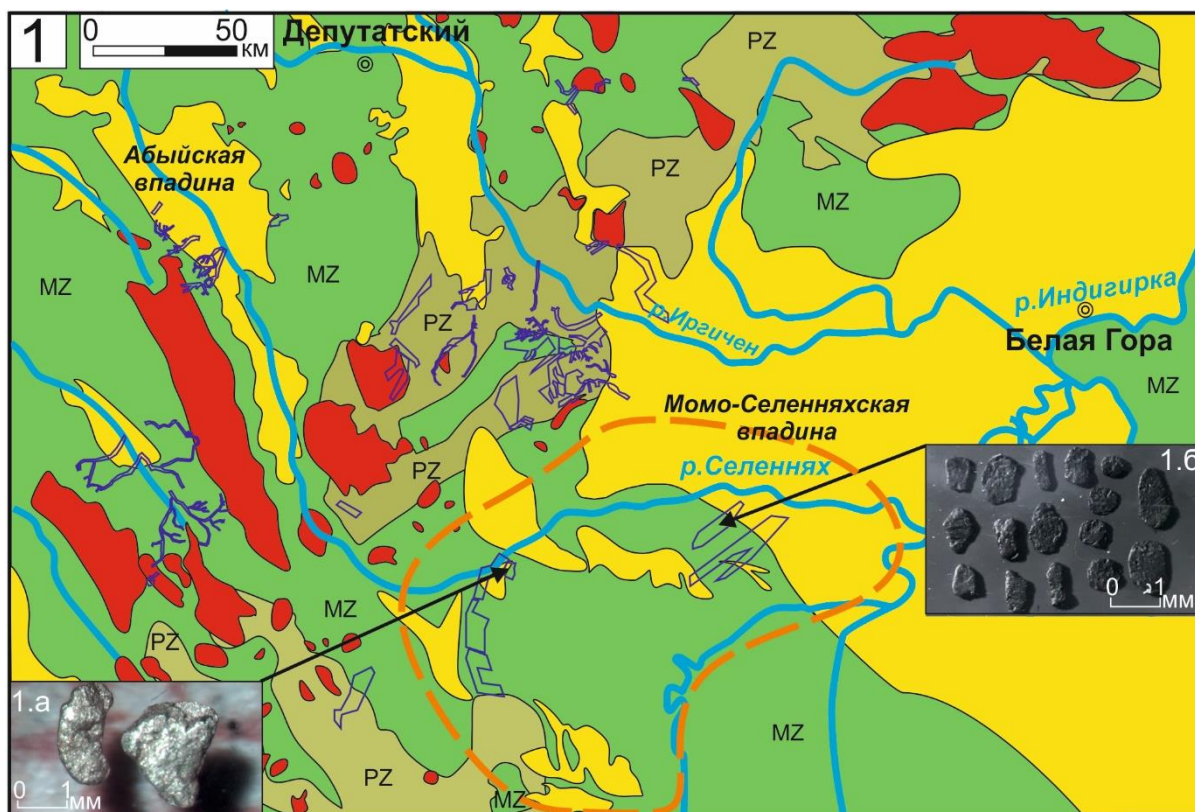


Рисунок 19. Действующие лицензии на россыпное золото, их связь с неогеновыми отложениями кайнозойских впадин (район левобережья среднего течения р. Индигирка) и модель формирования золотоносных объектов

Значительная часть россыпей района левобережья среднего течения р. Индигирка приурочена к области развития палеозойских отложений, с которыми, вероятно, россыпная золотоносность и связана. Однако в части россыпей обнаружено золото, морфологическая характеристика которого прямо указывает на его поступление в россыпи из промежуточных коллекторов. Пример таких россыпных проявлений – аллювиальные отложения руч. Чалкин и руч. Ветвистый (правые притоки р. Селеннях в его нижнем и среднем течении соответственно). Золото этих ручьев отличается значительной степенью окатанности и гипергенных изменений [1], [3]. Примечательно, что эти ручьи расположены близ реликтов двух кайнозойских впадин – Абыйской и Момо-Селенняхской. Контурные этих впадин читаются по геологическим картам останцами неогеновых отложений.

В ходе работ ЯнГРЭ 1980-1983 гг., Соловьевым Г.Г. и коллегами [3] был установлен (бурением вертикальных скважин) факт золотоносности неогеновых отложений, подстилающих руч. Чалкин и слагающих Момо-Селенняхскую впадину. Однако сеть геологических наблюдений соответствовала поисковым работам и не позволила перевести выявленные россыпные и коренные концентрации золота в разряд промышленных.

По результатам рекогносцировочных и поисковых работ в 2020-2022 гг. [1] были установлены косвенные признаки золотоносности неогеновых отложений, слагающих Абыйскую кайнозойскую впадину, что в целом повышает прогнозный потенциал района для обнаружения россыпных и коренных (в неогеновых отложениях) месторождений золота.

Выводы

Несмотря на то, что факт золотоносности неогеновых (и в целом третичных) отложений известен, что подтверждается успешной отработкой таких месторождений за рубежом, в отечественной геологоразведке этим образованиям уделяется незаслуженно скромное внимание. Их исследование позволит не только выявить новые типы месторождений в России (собственно «золотоносных неогеновых отложений»), но и обнаружить новые россыпные месторождения.

Библиография

1. Владимирцева О. В., Коноплев В. А., Березнев М. В. Состав и золотоносность неогеновых отложений среднего течения р. Селеннях (Момский, Абыйский районы, Республика Саха (Якутия)). Руды и металлы. 2023. № 1.
2. Казакевич Ю.П. Условия образования и сохранения сложных погребенных россыпей золота 1972 г.
3. Соловьев Г.Г., Сикорин В.В., Денисенко Н.М. Отчет о поисковых работах в нижнем течении р. Селеннях в 1980-83 г.г. Батагай, 1983 г. Ф
4. Шило Н.А. Основы учения о россыпях, 1985 г.

*Применение условного моделирования на примере Ковдорского месторождения железных руд Савельев Д.А. * (НИТУ «МИСус», danila_savelyev@inbox.ru), Айтнаева Д.Б. (НИТУ «МИСус», diana.abuzyarova.01@mail.ru)*

Аннотация

В данной работе были созданы каркасные модели интрузий и на основании бортового содержания Ковдорского месторождения железных руд при помощи инструментов условного моделирования горно-геологической информационной системы Micromine. Результаты проведенного исследования позволили выявить зоны наиболее благоприятные к отработке.

Ключевые слова: условное моделирование, железные руды, Ковдорское месторождение, имплицитное моделирование, интерполянт, смещение.

Тезисы

При исследовании месторождений и расчете запасов каркасное моделирование выступает ключевым этапом. В современной горнодобывающей отрасли используются два метода построения каркасных моделей: традиционный и условное моделирование [1].

При использовании традиционного метода геологические разрезы требуют значительной организации для определения геологических разрезов, качественной работы с исходными данными, идентификации границ рудных массивов и их периметров. Такая работа достаточно трудоемкая и требует значительных временных и ресурсных затрат.

Условное моделирование — это совершенно новый инструментальный метод анализа, используемый для прогнозирования будущих результатов в условиях неопределенности и неопределенности состояния окружающей среды. Этот метод основан на радиально-базисных функциях, которые позволяют интерполировать данные между точками с известными значениями [2]. При таком подходе для выделения границ между рудой и породой используется математическая функция, которая может быть также применена для моделирования содержаний, направлений разломов, поверхностей и др. Данная методика менее изучена, она требует более грамотного подхода к математическим операциям и практически исключает влияние специалиста на результат моделирования. Но главное преимущество условного моделирования в том, что при корректной оцифровке и обработке исходных данных, процесс создания каркасной модели занимает меньше времени, чем при работе с традиционными методами. Такой подход позволяет оценить влияние некоторых факторов на другие факторы и использовать результаты для разработки адаптивных стратегий для решения проблем.

Применение условного моделирования при разработке Ковдорского месторождения железных руд, в связи с большим потенциалом добычи полезного ископаемого [3], будет весьма полезным для идентификации высококачественных залежей и прогнозирования технологических характеристик данного месторождения. Для достижения максимальной эффективности при разработке месторождения необходимо исследовать геологические условия и процессы месторождения.

В данном исследовании были созданы каркасные модели интрузий и модель на основании бортового содержания Ковдорского месторождения железных руд при помощи горно-геологической информационной системы Micromine. Это программное

обеспечение позволяет создать условную модель по любому параметру, присутствующему в базе данных скважин [4].

Результаты условного моделирования основываются на определении главных параметров, оказывающих наибольшее влияние на конечный вид модели.

- Интерполянты. Программным обеспечением на выбор предлагается 2 вида параметра:

1. Классический линейный – представляет собой стандартное ядро;
2. Линейный – линейное ядро с дополнительными опциями и настройками зоны влияния, а также порогового значения.

- Смещение. Для каждого из интерполянтов предлагается 3 возможных вариации:

1. Нет – интерполюнт затухает до нуля;
2. Линейный – интерполюнт варьируется линейно;
3. Константа – интерполюнт присваивает постоянное значение, которое является аппроксимацией среднего значения данных.

Процесс подбора параметров проводился эмпирическим путем. Для выявления зависимостей построения конкретной модели от конфигурации было создано более 10 различных моделей.

В ходе анализа полученных результатов было выяснено, что для создания рудной каркасной модели Ковдорского месторождения наиболее качественный результат дает следующая конфигурация параметров:

1. Интерполюнт – Линейный;
2. Смещение – Линейный;
3. Минимальный размер игнорируемого интервала – 5 м;
4. Минимальный учитываемый объем – 1000 м³;

Полученный результат в ходе работы с условным моделированием предстояло использовать для дальнейших доработок рудной каркасной модели месторождения. Для этого были использованы встроенные инструменты редактирования каркасов программного обеспечения ГГИС «Micromine».

Базовая каркасная модель имела большое количество малообъемных каркасов, принятых к удалению. Таким образом было осуществлено отделение главного рудного тела от вторичных. Итоги выполнения данного процесса представляли собой 129 разноименных каркасов, от части которых было необходимо избавиться по определенным критериям. В качестве основного признака было принято решение взять объем вторичных каркасов относительно главного рудного тела. По итогу операции осталось 6 вторичных каркасных моделей имеющих сравнительно значимый объем по отношению к главному рудному телу. Результат проделанной работы представлен на рис. 1.

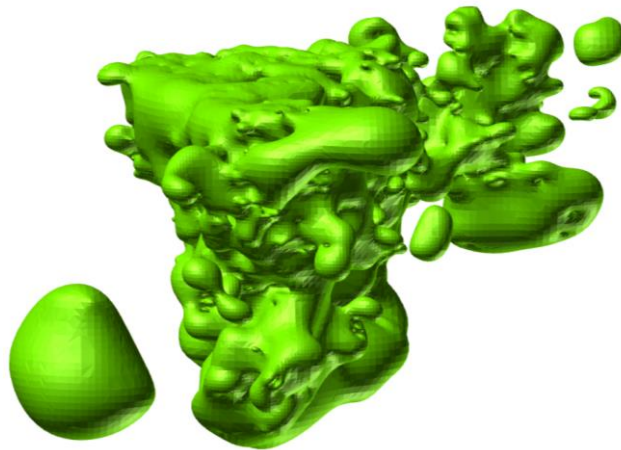


Рисунок 20. Общий вид полученной итоговой модели по результатам использования инструмента «Инtruзия» условного моделирования.

Аналогичным образом была получена модель по бортовому содержанию железных руд Ковдорского месторождения при помощи инструмента «Моделирование по содержанию». Итоговый вид полученной модели представлен на рис. 2.

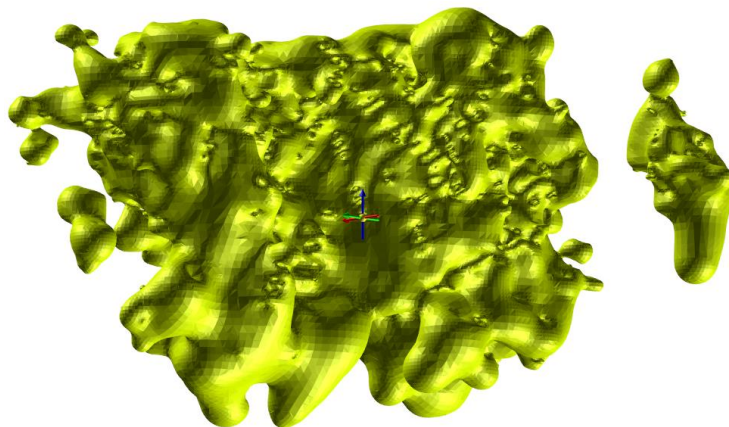


Рисунок 21. Общий вид полученной итоговой модели по результатам использования инструмента «Моделирование по содержанию» условного моделирования.

Используя полученные модели, было осуществлено наложение полученных каркасов с целью выявления зон повышенного содержания во всём объеме рудного тела, принятого к отработке.

Проанализировав полученные результаты, можно сделать вывод о том, что не во всем рудном теле находится содержание выше бортового, а также что некоторые участки, не включенные в оболочку бортового содержания, можно также принять к отработке.

Выводы

Таким образом, моделирование предоставляет богатый источник данных, которые могут быть использованы для разработки наиболее эффективных и прибыльных стратегий для дальнейшей эксплуатации месторождения.

Библиография

1. Геологический портал GeoKniga.org: <https://www.geokniga.org/labels/18779>
2. МегаЛекции.ру: <https://megalektsii.ru/s1257t12.html>
3. Библиофонд.ру: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=795533>
4. Макромин.ру: <https://www.micromine.ru/wp-content/uploads/2022/09/10.-Micromine-OB-Условное-моделирование-в-Micromine.pdf>

Оцифровка контуров месторождений, данных изученности при помощи программы SAS.Планета по ретроспективными геологическим отчётам Савочкин Д.А. (ФГБУ «Росгеолфонд», dsavochkin@rfgf.ru)*

Аннотация

Использование сервисов веб-картографии (SAS.Планета) для упрощения задачи по оцифровке контуров месторождений, данных изученности из бумажного вида в электронный с возможностью последующего экспорта созданных объектов в геоинформационные системы.

Ключевые слова

Ретроспективные отчеты, контуры данных изученности, веб-картография, оцифровка, месторождения

Теория

Актуальность применения программы «SAS.Планета» обуславливается повсеместной работой с ретроспективными геологическими данными и изученностью, а также необходимостью поиска фактических контуров работ при отсутствии координат объектов. Под изученностью подразумеваются результаты работ по геологическому изучению недр [2].

Программа «SAS.Планета» [4] позволяет быстро и просто находить участки посредством использования встроенных инструментов веб-картографии, и впоследствии отстраивать контура работ по отчётам, в которых вместо координат применялась топографическая привязка объектов. С помощью данной программы возможна работа параллельно с несколькими подложками (космоснимки, топокарты, справочные карты и т.п.) без непосредственного участия в их пространственной привязке (Рисунок 1).

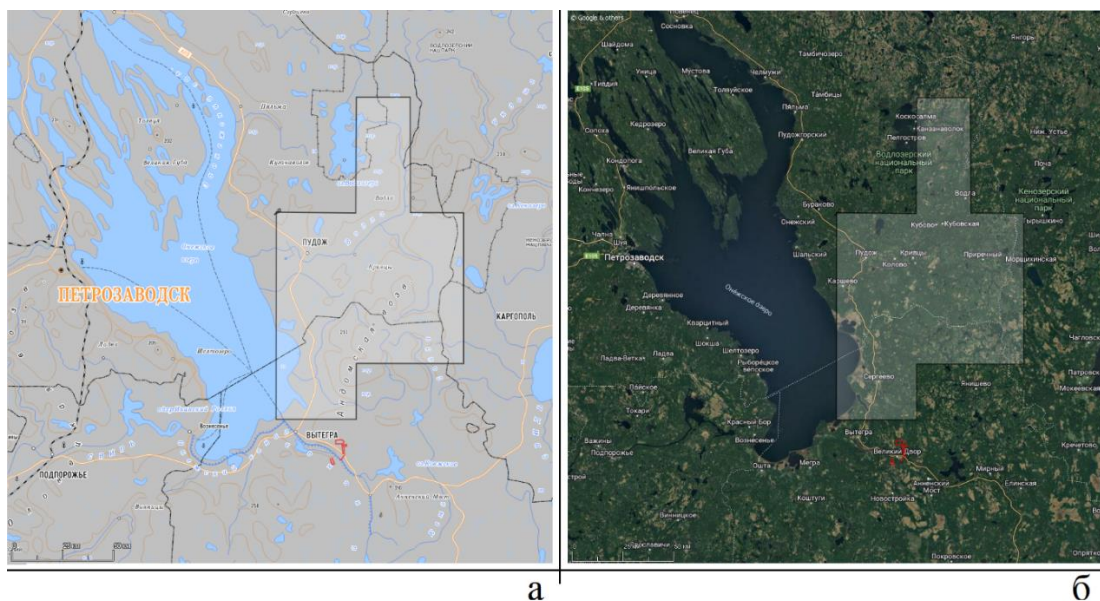


Рисунок 22. Работа с несколькими подложками параллельно (а – Схема ЕЭКО, б – Google Гибрид)

Веб-картография является одним из видов компьютерной картографии, раздела автоматизированной картографии [1]. «SAS.Планета» является один из ярких её проявлений.

Применение данной программы при необходимости формирования контура работ по следующей топографической привязке (Рисунок 2) станет наглядным примером.

Ближайшими к участку населенными пунктами являются: ст.Ижморская – являясь одновременно центром Ижморского района, село Ижморское, деревни Ломачевка, Осиновка, разъезд № 312 и др., соответственно расположенные первый и второй в 10 км западнее участка, третий в 5 км к востоку от границы участка. Деревня Осиновка отстоит в 2 км южнее, а разъезд № 312 севернее I–I,5 км от границ месторождения.

Рисунок 23. Фрагмент текста геологического отчета [3].

После нахождения Ижморского района Кемеровской области на карте, очерчиваем от объектов, к которым происходила топографическая привязка, окружности равные расстоянию до участка (Рисунок 3).

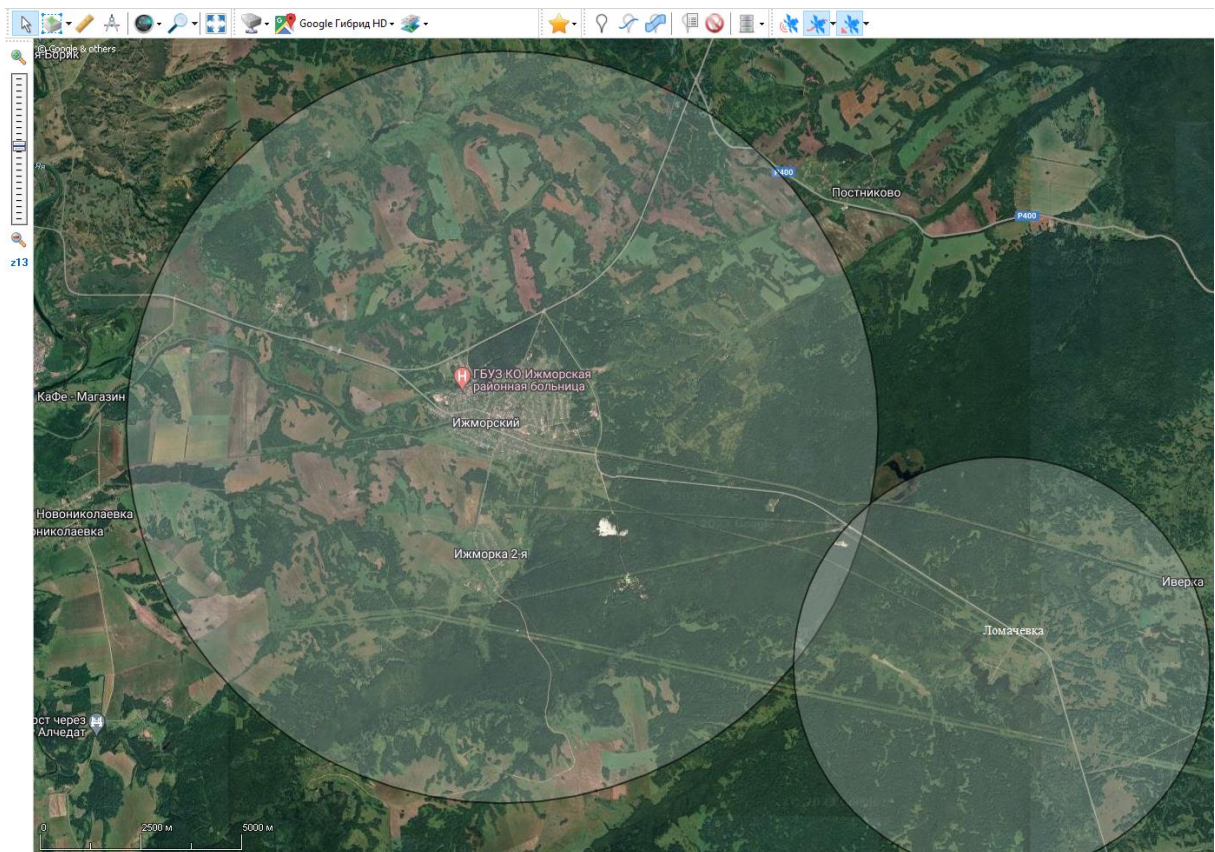


Рисунок 24. Поиск участка работ по топографической привязке

На пересечении получившихся окружностей невооружённым глазом можно обнаружить участок, на котором велись открытые работы (Рисунок 4). Далее в соответствии с приложенными к отчёту графическими материалами можно вынести фактический контур работ (Рисунок 5).



Рисунок 25. Искомый участок, найденный по топографической привязке



Рисунок 26. Формирование контура работ, согласно имеющимся графическим материалам

Выводы

Таким образом, можно получить пространственную привязку контуров месторождений, данных изученности по ретроспективным геологическим отчётам, что позволяет осуществить оцифровку участков, не имеющих координат. При экспорте необходимости экспорта можно получить изображение - фрагмент карты, обрезанный по заданному контуру, сопровождаемый файлами привязки различных типов (.map, .tab, .w и т.д.)

Библиография

1. Атоян Л. В. Компьютерная картография: Курс лекций – Минск: БГУ, 2004.
2. Инструкция по учету геологической, гидрогеологической, инженерно-геологической, геофизической, эколого-геологической и геохимической изученности территории Российской Федерации – М.: Российский федеральный геологический фонд, 1995.
3. Орюшкин В. А. Ижморское месторождение строительных песков в Ижморском районе Кузбасса (геологическое строение, качество и запасы по состоянию на I.I.56г.) - Ленинск-Кузнецкий: МУП СССР, тр. Кузбассуглегеология, 1956. – 136л.
4. SASGIS – Веб-картография и навигация [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.sasgis.org/sasplaneta/>

***Особенности экзогенных месторождений урана Центрального массива (Франция)
Сащенко А.В.* (ФГБУ «ВИМС», sashchenko@vims-geo.ru), Печенкин И.Г. (ФГБУ
«ВИМС», pechenkin@vims-geo.ru)***

Аннотация

Урановорудная провинция Центрального массива, одна из наиболее значительных в Западной Европе. Здесь сосредоточены многочисленные жильные месторождения. Оруденение, выявленное в осадочных породах, локализуется в двух возрастных интервалах – пермского и олигоценового времени. Урановые месторождения в пермских осадках располагаются в двух районах – Лодев (Эро) и Серийи (Алье). Месторождения и рудопроявления урана в олигоценовых отложениях имеют широкое распространение и выявлены в грабенах, осложняющих Центральный массив. Наиболее изученным является месторождение Сен-Пьер-дю-Канталь.

Ключевые слова

Центральный массив, урановые месторождения, грабен, базальная палеодолина

Теория

В рамках работ проводимых в ФГБУ «ВИМС» по аналитическому обзору отечественных и зарубежных месторождений урана палеодолиного типа, были рассмотрены урановорудные районы и стандартные месторождения Евразии. Одним из ее хорошо изученных регионов является Центральный массив (Франция). Это – область средневысоких гор (1500–1800 м). В его северо-западной части сохранились фрагменты древнего (дотретичного) пенеплена. На юго-востоке и востоке рельеф интенсивно расчленен. Блоковые подвижки альпийского времени сформированы глыбовые горные массивы, разделенные грабенами. Во внутренней части массива широко проявлены лавовые плато и конусы древних вулканов высотой более 1800 м [2, 3].

В пределах массива обособляется несколько рудных провинций рядовой минерализации, которые видимо, связаны с металлогенической специализацией различных интрузивных комплексов. Здесь выявлены месторождения олова, вольфрама, бериллия, золота, свинца, цинка. Обрамляющие Центральный массив осадочные бассейны нефтегазоносны. Грабены его восточной части характеризуются наличием битумов в песчаниках, мергелях и известняках олигоцена, повышая восстановительную геохимическую обстановку.

Урановорудная провинция Центрального массива, одна из наиболее значительных в Западной Европе. На площади 120 тыс. км² сосредоточены многочисленные жильные месторождения, которые были основой урановой минерально-сырьевой базы Франции. Подавляющее большинство их локализуется в гранитных массивах, меньшая часть – в экзоконтактовой зоне, тяготея к региональным разломам преимущественно северо-западного направления [3].

Оруденение, выявленное в осадочных породах, локализуется в двух возрастных интервалах – *пермского и олигоценового времени* (рис. 1).

Урановое оруденение в континентальных нижнепермских отложениях широко развито в Европе. Эти толщи имеют различные названия. В геологической литературе они известны как «красный лежень» (Германия), «отен» или «саксон» (Франция), «веррукано» (Альпийский регион). Урановые месторождения в пермских осадках Центрального массива располагаются в двух районах [2, 3].

Урановорудный район Лодев (Эро) включает более 200 мелких рудопроявлений и три месторождения: Мас-Лавер, Мас-д'Алари, Лес-Марес, приуроченных к одноименному пермскому бассейну. Структура имеет широтное простираие и обрамляется невысоким плато (200–300 м).

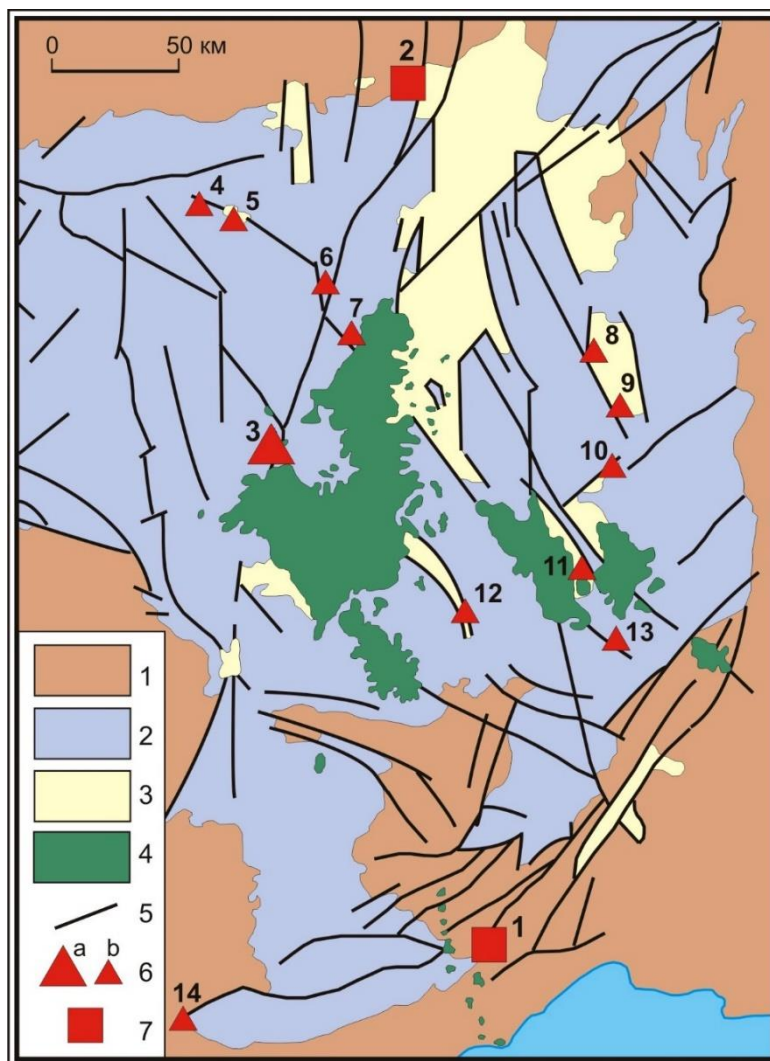


Рисунок 27. Положение экзогенных урановых месторождений в пределах Центрального массива (Франция) [по 2, 3 с дополнениями].

1 – нерасчлененные палеозой-мезозойские отложения обрамления массива, 2 – герцинский фундамент, 3 – олигоценые осадочные бассейны, 4 – неогеновые вулканиты, 5 – тектонические нарушения, 6 – месторождения (a) и рудопроявления (b) типа базальных палеодолин, 7 – урановорудные районы в пермских палеобассейнах. Цифры на карте: 1 – урановорудный район Лодев (Эро) (месторождения: Мас-Лавер, Мас-д'Алари, Лес-Марес), 2 – урановорудный район Серийи (Алье) (месторождения: Ломбр и Энесс), 3 – месторождение Сен-Пьер-дю-Канталь, 4 – Чау Мэйлат, 5 – Гузон, 6 – Понтамур, 7 – Олби, 8 – Алье, 9 – Грезю, 10 – Пью-де-Дом, 11 – массив Маржерид, 12 – Монт Альберт, 13 – Малзье, 14 – Лорагэ

Пермский чехол мощность от 200 до 1300 м залегает несогласно на породах фундамента. Толща – преимущественно тонкозернистые породы имеющая хорошо выраженное цикличное строение и выдержанные слои по простираию. Рудовмещающие отложения состоят из ряда пачек (более 70) мощностью в несколько метров. Установлен четкий литологический контроль оруденения. Урановая

минерализация сосредоточена в сероцветной части разреза в местах перехода пестроцветной толщи в красноцветную. Она имеет ленточный характер и локализуется в наиболее темных прослоях глин и алевролитов, обогащенных органическим веществом. Французскими геологами выделяются три типа оруденения: раннедиагенетическое, прослеженное на большой площади в битуминозных тонкопослойчатых алевролитах красноцветной толщи, позднедиагенетическое в ассоциации с молибденом в прослоях битуминозных или серых алевролитов, в связи с органическим веществом и эпигенетическое, наиболее масштабное и богатое, тяготеющее к зонам трещиноватости часто развивающееся в виде скоплений вдоль сбросов. Возраст оруденения 173 ± 6 млн лет (юра, доггер) и 108 ± 5 млн лет (ранний мел, альб).

Месторождения урановорудного района Серийи (Алье), расположены на северной окраине Центрального массива и приурочены к западному крылу бассейна Омана, представляющего собой небольшой (50 км^2) пермский бассейн *Серийи*. Здесь выявлено два небольших объекта: *Ломбр* и *Энесс* и ряд незначительных рудопроявлений. Нижняя часть разреза – переслаивание сероцветных песчаников, алевролитов и глин с двумя пластами, обогащенными органикой. Верхи состоят преимущественно из красноцветных глин и каолиновых песчаников.

На месторождении *Ломбр* оруденение представлено линзообразными залежами, морфология которых тесно связана с отложениями *меандрирующего речного русла*. Зоны наиболее высоких концентраций урана тяготеют к косовым фациям. Оно накапливается в местах обогащенных органическим веществом, но только вблизи (на удалении не более нескольких десятков метров) речных русел. Предполагается, что часть оруденения сформировалась в результате син- и диагенетических процессов в раннепермское время. Основные руды имеют эпигенетическое происхождение и связаны с грунтовыми и возможно пластовыми окислительными процессами в олигоценовое время.

Месторождения и рудопроявления урана в олигоценовых отложениях имеют широкое распространение и локализуются в грабенах, осложняющих Центральный массив. Гораздо реже они располагаются в останцах, сложенных русловыми песками на пенепленизированных гранитных массивах.

Урановая минерализация преимущественно представлена отенитом и ванадатами. Рудовмещающие породы, как правило, обломочные континентального, реже морского генезиса. По типизации МАГАТЭ эти объекты отнесены к типу *базальных палеодолин* [4].

Наиболее изученным является месторождение *Сен-Пьер-дю-Канталь* [1, 2].

Оно локализуется в линзах песка, выполняющего небольшой ассиметричный грабен широтного простирания ($3,5 \text{ км}$). Структура ограничена сбросами. Мощность отложений олигодена, залегающих на гранитном фундаменте, достигает 30 м . Разрез представлен пачкой русловых песков серого цвета. Основная их часть обелена и каолинизирована. В глинистых разностях развит монтмориллонит. Эти изменения видимо связаны с щелочной средой. В серых разностях песков установлены линзы желтых («рыжих»), окраска которых связана с наличием гидроокислов железа. Для пород характерна косая слоистость, плохая окатанность зерен, наличие «свежих» полевых шпатов. Видимо это отложения временных потоков и небольших речных русел с незначительной дальностью переноса обломочного материала.

Основная часть оруденения тяготеет к низам разреза и контролируется песчанными линзами, локализуясь в сероцветных разностях. Окисленные пески безрудные. В глинах оруденение располагается в зонах трещиноватости. Наблюдается его обогащение вблизи пострудных сбросов. Оруденение представлено фосфатами и

ванадатами урана. Исходные запасы составляли порядка 2 000 тонн урана. В среднем около двух третей руды содержит 0,3% U, остальная – около 0,15% при бортовом содержании 0,02% U

Отмечая неизменную связь урановых руд со структурами типа грабенов, следует отметить, что обрамляющие разломы характеризовались вулканической деятельностью. В отдельных случаях олигоценые осадки перекрыты молодыми фанолитовыми лавами. В настоящее время тектонические нарушения – каналы циркуляции термальных вод. Возможно, они играли роль дополнительного поставщика урана, выщелоченного из пород фундамента.

Основными урановыми являются кальциевые и бариевые уранил-фосфаты и уранил-ванадаты (отунит, франс-виллит, тюямунит, ураноцирцит). Сопутствующие элементы включают As, Pb, Se и Zn. Незначительные количества минерала, похожего на уранинит, связанного с пиритом и органическим веществом, встречаются в базальной части русловой фации. Минерализация относится к палеорусловому песчаниковому типу, контролируемому аркозовыми песчаными линзами с глинистыми прослоями и к базальным глинистым зонам. Месторождение вытянуто почти на 1000 м в северо-западном направлении при ширине 100–500 м и содержит рудные линзы, распределенные в интервале 20–30 м по вертикали в пределах палеорусел. Отдельные линзы простираются на несколько десятков метров и имеют мощность до 10 м. Руда проникает в измененную (каолинизированную) зону подстилающих гранитов.

Выводы

Основными рудовмещающими структурами экзогенного уранового оруденения являются грабены, выполненные русловыми отложениями олигоценового возраста. Источник металла – специализированные граниты, подвергшиеся интенсивному выветриванию в позднемеловое–раннетретичное время. Восстановительный геохимический барьер для урана, переносимого грунтовыми водами, сформировался за счет обуглероженных частиц растительного детрита и тонко вкрапленного пирита.

Возможно, первоначально он был восстановлен до четырехвалентного состояния и осажден в виде уранинита, реликты которого выявлены в основании русловых фаций. Последующее окисление обусловило ремобилизацию урана и вторичное осаждение в виде уранилфосфатов, уранилванадатов с его частичной концентрацией в гидроксидах железа [2].

Библиография

1. *Charrier H., Teissie J.* (1980) The Saint-Pierre-du-Cantal uranium mine: A new method of lixiviation and extraction of uranium. *Industrie Minerale*, v. 9, pp. 575–583
2. *Dahlkamp F.J.* (2016) *Uranium Deposits of the World: Europe*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 792 p.
3. *Ziegler V., Dardel J.* (1984) Uranium deposits in Europe. *In: de Vivo F. et al. (eds) Uranium geochemistry, mineralogy, geology, exploration and resources*. Institution of Mining and Metallurgy, pp. 140–161.
4. *World Distribution of Uranium Deposits with Uranium Deposits Classification*. IATA Techdoc 1629, 2009.

Характеристика бокситового месторождения Сангареди, регион Боке, Гвинейская Республика Сиссоко Билли Нанкуман (Российский университет дружбы народов, bill6489cissoko@gmail.com) Котельников А.Е. (Российский университет дружбы народов, kotelnikov-ae@rudn.ru)

Аннотация

Сангареди - шахтерский город в регионе Боке Гвинейской Республики, где подтверждены залежи бокситов.

Бокситовое месторождение Сангареди расположено на 11°06'00" с.ш. и 13°46'00" з.д. в Восточном регионе Боке, занимает площадь около 10 км² и образовалось в результате глубокой альтерации осадочных и магматических пород.

Целью исследования является геологическая оценка бокситоносности месторождения Сангареди района Боке на основе изучения геологической обстановки района, петрографической и геохимической характеристик рудных образцов.

Геологические исследования месторождения Сангареди проводились с использованием методов рентгеновской дифрактометрии (XRD) и атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой (ICP-AES). Геологические анализы показывают, что Гиббсе и бёмит являются доминирующими минералами во всех бокситах со средней концентрацией (91,85% и 3,3%, соответственно), в то время как гетит является основным минералом железа со средней концентрацией (1,35%), а гематит составляет в среднем (0,7%). Диаспоровые элементы, даусонит, рутил и анатаз находятся в низком обилии (<1%). Анализы образцов бокситов показывают значительные различия в содержании Al₂O₃ (56% - 70,92%), Fe₂O₃ (1,47-8,92%), SiO₂ (0,40-5,50%) и TiO₂ (2,60-5,72%), которые являются независимыми от их исходных пород, бокситы Сангареди имеют очень похожий химический состав, с высоким содержанием алюминия, но низким содержанием кремния и железа, что отличает их от других месторождений в Гвинее и во многих других частях мира.

Ключевые слова

Сангаредская Гвинея, осадочные отложения, месторождение бокситов, фации, латеритные бокситы, хемогенные бокситы.

Введение

Гвинейская Республика располагает 2/3 мировых запасов бокситов, которые оцениваются примерно в 40 млрд тонн [1]. Город Сангареди расположен между 11°5'23' северной широты и 13°46'46' западной долготы в регионе Боке и занимает площадь около 12 км². Он расположен на плато Сангареди на высоте 139 метров над уровнем моря. Хотя точный возраст месторождения бокситов неизвестен, Бушинский [2] считает, что оно образовалось в олиго-миоцене Шмидта [3] и предсказал, что исходной породой бокситов Сангареди является долерит, а в районе также присутствуют песчаник и сланец.

Геологические исследования месторождения Сангареди, проведенные Мамедовым и другими авторами [4], выявили три генетических типа бокситов: (1) латеритный боксит *in situ*, (2) осадочный боксит и (3) метасоматический боксит просачивания (фановый оолитовый и хелиформный), который в местных условиях называют "хемо генетическим" для месторождений, подвергшихся вторичной перекристаллизации и химическому изменению, что привело к значительному обогащению Al₂O₃. Более позднее исследование Zhang et al [5] выявило более широкий спектр исходных пород для бокситовой зоны в районе Сангареди, включая палеозойские мета седиментационных и магматические породы, а также кайнозойские осадочные породы.

Хотя месторождение Сангареди хорошо известно в Гвинее, существует мало подробной информации о природе вмещающей породы, возрасте месторождения, процессах минерализации, которые привели к его образованию, и его экономическом потенциале [6]. Цель - интегрировать новые данные и литературу по геологии месторождения Сангареди для создания нового справочного документа для сравнения с другими месторождениями бокситов в Гвинее и по всему миру.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА:

Африканский континент состоит из докембрийского фундамента, покрытого палеозойско-кайнозойскими толщами [5]. Большая часть континента покрыта докембрийскими толщами, которые претерпели различные степени метаморфизма, мигматизации и гранитизации. Докембрийский фундамент состоит из четырех кратонов: Заирского или Центрально-Африканского кратона, Западно-Нильского кратона, Западно-Африканского кратона (ЗАК) и Южно-Африканского кратона [7].

Республика Гвинея расположена на Западно-Африканском кратоне в северо-западной части Африки. В регионе преобладает архейская метаморфическая серия с мигматитом гранитно-зеленым поясом в центральной части, а в западной части позднепалеозойская последовательность на краю океана покрыта кайнозойскими отложениями. Город Сангареди расположен на верхнем протерозойском фундаменте, покрытом морскими осадочными породами и вулканическими отложениями палеозойского возраста [5].

Город Сангареди, который является районом нашего исследования, расположен в северо-западной части Гвинеи и характеризуется палеозойскими отложениями (Рисунок 1), включающими осадочные пласты свиты Пита (ордовик), свиты Телимеле (силурий) и свиты Фаро (девон). В районе исследования свита Пита представлена кварцевыми песчаниками, галечными конгломератами и конгломератами, свита Телимеле - аргиллитами, алевролитами и сланцами, а свита Фаро - алевролитами, аргиллитами и мелкозернистыми песчаниками [8].

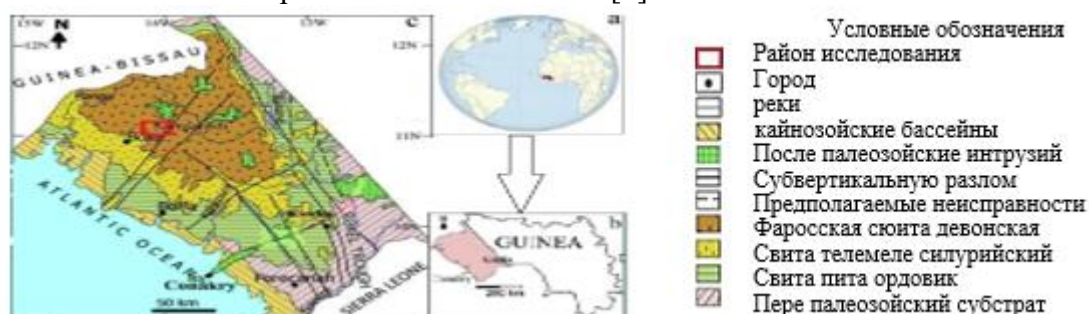


Рисунок 28. (a, b, c) Расположение района исследования на геологической и тектонической карте [1, 8].

Геология района исследования (Сангареди):

Район исследования (Сангареди) расположен на северо-западе Гвинеи вдоль левого берега реки Когон. Он расположен вдоль осевой зоны синклинали Боев, которая образована ордовикскими, силурийскими и девонскими осадочными отложениями и мезозойскими мафическими трапповыми породами [1, 8]. Большинство бокситовых зон Сангареди подстилаются измененными девонскими или пост девонскими сланцами и песчаниками, которые, в свою очередь, образуют относительно свежие кордиеритом [3]. Данная территория исследования подстилается тремя различными слоями бокситов; верхний слой толщиной от 8,7 до 13 м, состоящий из чередующихся слоев и линз плохо отсортированных округлых зерен и гальки боксита, слой среднего сегмента толщиной от 8 до 19,5 м, состоящий из достаточно хорошо отсортированного гравелистого боксита, и, наконец, базальный слой толщиной от 2,5 до 13 м, состоящий из гравелистого

и глинистого боксита, переслаивающегося с гравелистым и глинистым бокситом. Нижний сегмент подстилается четким контактом силурийского алевролита. Другие, особенно происходящие из долеритов, не имеют такого четкого слоя.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДОЛОГИЯ:

Отбор образцов:

Образцы бокситов были отобраны вдоль поперечного сечения исследуемой территории. Тщательно велись профили горных карьеров с подробным описанием типов пород, структуры и содержания минералов. Репрезентативные образцы были собраны как из свежих поверхностных обнажений, так и из горных карьеров глубиной от 8 до 12 м, и были собраны в соответствии с цветом, структурой и местоположением на территории исследования (Рисунок 2).

При отборе проб было обнаружено, что образцы E09, E11, E13 и E16 являются латеритными бокситами *in-situ*. Образцы (E09 и E13) коричневого цвета, образец (E11) коричнево-серый, а образец (E16) фиолетовый. Образец (E11) был сформирован на палеозойских глинах, а остальные три, имеющие твердую и пористую текстуру, происходят из долеритов. Все образцы (E01, E02, E04, E08 и E17) представляли собой осадочные толщи. Образцы (E01 и E08) имеют коричнево-серый цвет и гравийную текстуру, образцы (E02 и E17) имеют коричнево-желтый до белого цвет и конгломератную текстуру, образец (E04) имеет светло-желтый до белого цвет и псаммитовую текстуру. Образцы (E05, E10 и E15) представляют собой хемогенные бокситы, образец (E05) белый и имеет оолитовую текстуру, образец (E10) желто-серый, с пизолитов текстурой и образец (E15) желтый. Хемогенные бокситы не сохраняют текстуры своих материнских пород.

Петрографические исследования месторождения Сангареди:

Латерит-ассоциированные бокситы имеют широкое разнообразие текстур и структур:

Месторождение Сангареди в основном состоит из осадочных бокситов с гравийной, псаммитовой и глинисто-конгломератовой фациями.

На месторождении Сангареди обнаружены три генетических типа бокситов:

- Осадочные бокситы с детритовыми структурами и текстурами от конгломератных до гравийных и пелитовых полос и линз. Структуры и текстуры этих бокситов были унаследованы от первоначальных отложений, из которых они образовались.

- Латеритные бокситы, получаемые непосредственно из подстилающих пород, включая глины и долериты. Эти бокситы также унаследовали текстуры и структуры от своих материнских пород.

- Хемогенные бокситы, которые образовались в результате постпозиционных процессов, приведших к обогащению глиноземом ранее существовавших на месте осадочных или латеритных отложений.

Заключение

Бокситы месторождения Сангареди образовались в результате латеризации различных материнских пород, включая аргиллиты, долериты и морские отложения. Геохимические бокситы состоят в основном из Al_2O_3 с небольшим количеством Fe_2O_3 , TiO_2 и SiO_2 и значительным содержанием Sc, Ga, Nb, Sr, Th, V, Zr, Y, La и Ce. Интересно отметить, что все бокситы Сангареди имеют сходные геохимические характеристики, независимо от их происхождения. Тектурные и структурные характеристики латеритных бокситов на плато показывают, что они образовались в результате интенсивного изменения каолинита в глинах, долерите и морских отложениях серии Сангареди. Структуры и текстуры осадочных бокситов унаследованы от первоначальных отложений, из которых они образовались. Хемогенные бокситы

образовались в результате вторичного обогащения глинозема в ходе дигенетической модификации.

Сангаредские бокситы, особенно хемогенные сорта, наиболее богаты глиноземом и имеют лучшее качество среди месторождений, известных в Гвинее и в других частях света.

Таким образом, наибольший интерес для промышленного основания представляют собой хемогенные бокситы.

Библиография

1. Мамедов, В.И., Буфеев, Ю.В., Никитин, Ю.А. (2010). Геология Гвинейской Республики. Министерство горнорудной промышленности и Геология. GEOPROSPECTS Ltd, Aquarel, p314.
2. Бушинский (1975). Геология Бокситов [Геология бокситы] (2-е изд.): Москва, Издательство, Недра, стр. 416.
3. Шмидт, Ф. (1984). Геология недавних/потенциальных бокситов добывающих районов в Сьерра-Леоне и в Народной Револуционной Республике Гвинея (Западная Африка). In Jacob, Leonard, Jr., ed., Vauxite [Vauxite Symposium, Лос-Анджелес, Калифорния, 1984, Материалы]: New York, Американский институт горных, металлургических и Petroleum Engineers, pp. 486–499.
4. Мамедов, В.И., Чаусов, А.А., Канишев, А.И. (2011). Этапы формирования уникальной бокситоносной группы Сангареди, провинция Фута-Джаллон-Мандинго, Западная Африка. Африка. Геология рудных месторождений, 53(3): 177–201. <https://doi.org/10.1134/S1075701511030044>
5. Zhang, R., Gong, E., Wang, G., Peng, W. (2018). Паттерны и условия минерализации латеритного Gibbsite Vauxite in Guinea. *Advances in Geoscience*, 2(1).
6. Patterson, S.H., Kurtz, H.F., Olson, J.C., Neeley, C.L. (1986). Мировые ресурсы бокситов. U.S. Geological Survey. Professional Paper no. 1076B. U.S. Government Office печати, Вашингтон, округ Колумбия.
7. Чу, Х.С. (1982). Африканская геология [М]. Институт Геологии Китайской академии геологических наук.
8. Мамедов, В.И., Буфеев Ю, В., Никитин Ю, А., Мамедов, А.И. (2010). Банк данных месторождений и индексов полезных ископаемых. Министерство горного дела и геологии Республики Гвинея. GEOPROSPECTS Ltd; Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова М. В. Ломоносова (геол. факультет) - Конакри - Москва, Акварель, стр. 264.

*Анализ характеристик изменчивости рудного тела Верхнее Многовершинного золоторудного месторождения с помощью статистических и геостатистических методов на разных стадиях работ Скруйбите Р.А. * (ФГБУ «ВИМС», forrasa@yandex.ru)*

Аннотация

В работе представлено исследование характеристик изменчивости рудного тела Верхнее Многовершинного золоторудного месторождения на разных стадиях освоения: разведки, эксплуатационной разведки и добычи.

Для каждого этапа произведены статистические, геостатистические исследования и подсчет запасов. Произведено сравнение полученных запасов с утвержденными Государственной комиссией по запасам полезных ископаемых. Рассмотрены изменения параметров подсчета в зависимости от стадии освоения.

Исследование актуально для рудных тел и месторождений линейно-вытянутого морфологического типа, аналогичных рудному телу Верхнее, а также для отдельных доменов подобной морфологии.

Ключевые слова

Геология, золоторудное месторождение, блочное моделирование, геостатистика, анизотропия, подсчет запасов

Источники финансирования отсутствуют

Теория

Многовершинное золоторудное месторождение расположено в Николаевском районе Хабаровского края РФ. Месторождение выявлено в 1959 г. В.Р. Поликановым при проведении поисковых работ на горе Многовершинной.

Верхнее рудное тело представляет собой линейно-вытянутое крутопадающее жильно-прожилковое образование. Общая протяженность по простиранию (СВ 40-60°) более 550 м. Размах оруденения по вертикали около 400 м. Средний угол падения – 70°.

Рудное тело сложено различным по структуре кварцем, кварц-серицитовыми породами с реликтами пропицитизированных вмещающих пород. Оруденение в основном локализовано в кварцевом теле (метасоматитах) и частично во вмещающих пропицитизированных вулканитах с прожилково-вкрапленным окварцеванием (слабо гидротермально измененные породы). Наибольшей продуктивностью рудного тела отличается его лежащий бок, сложенный кварц-адуляровыми и кварц-адуляр-гидрослюдистыми породами с метаколлоидными и брекчиевыми текстурами.

Золото в рудном теле распределяется практически непрерывно. Снижение концентраций золота отмечается очень редко и величина таких участков не превышает 5-15 м. Распределение повышенных содержаний золота носит гнездово-струйчатый характер. Присутствуют, так называемые, рудные столбы.

В целом, руды месторождения относятся к золото-адуляр-халцедон-кварцевой убогосульфидной формации, золото-галенит-сфалерит-халькопиритовому минеральному типу. Основным промышленно ценным компонентом в рудах является золото, попутным – серебро. Максимальное содержание золота в пробе – 384,6 г/т, серебра – 129,8 г/т [7].

Рудное тело Верхнее являлось наиболее богатым рудным телом Многовершинного месторождения, по размерам соответствовало среднему месторождению, по сложности геологического строения отнесено к 3 группе (рис. 1а).

Разработка рудного тела производится с 1986 года, к настоящему времени практически полностью отработано. В 2016 году проведена государственная экспертиза

остаточных запасов на глубоких горизонтах и результатов разведки и разработки месторождения, что позволило использовать для исследований достоверные данные разведки и эксплуатации [1].

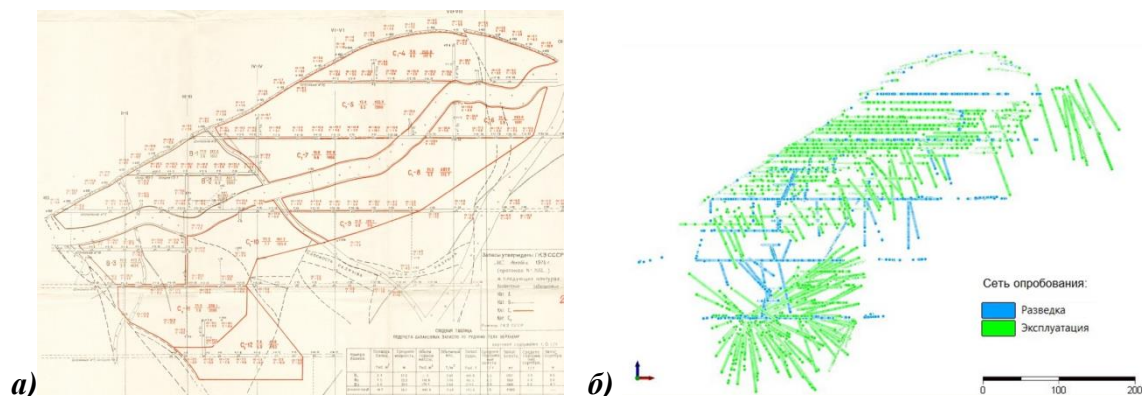


Рисунок 1. а) Проекция Верхнего рудного тела на вертикальную плоскость с блокировкой запасов по состоянию на 01.10.1975 г. б) Сеть опробования Верхнего рудного тела, проекция на вертикальную плоскость

На стадии разведки сеть наблюдений составила 40-80×40 м, на стадии эксплуатационной разведки - 5-10×5-10 м, частично 20-20×10-20 м (рис. 1б).

Исследования проводились для стадий разведки, эксплуатационной разведки и добычи (отработки).

Разведка и эксплуатационная разведка

Для стадий разведки и эксплуатационной разведки статистические и геостатистические исследования, а так же подсчет запасов производились внутри каркасных моделей, оконтуренных в соответствии с кондиционными параметрами, утвержденными ГКЗ СССР в 1975 году для открытой отработки Верхнего рудного тела:

- бортовое содержание золота в пробе - 1 г/т;
- минимальная мощность рудных тел – 0,8 м, при меньшей мощности, но более высоком содержании золота, руководствоваться соответствующим метрограммом;
- максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов - 4 м [5].

Каркасные модели блоков рудного тела для стадии разведки и эксплуатации представлены на рисунке 2 а.

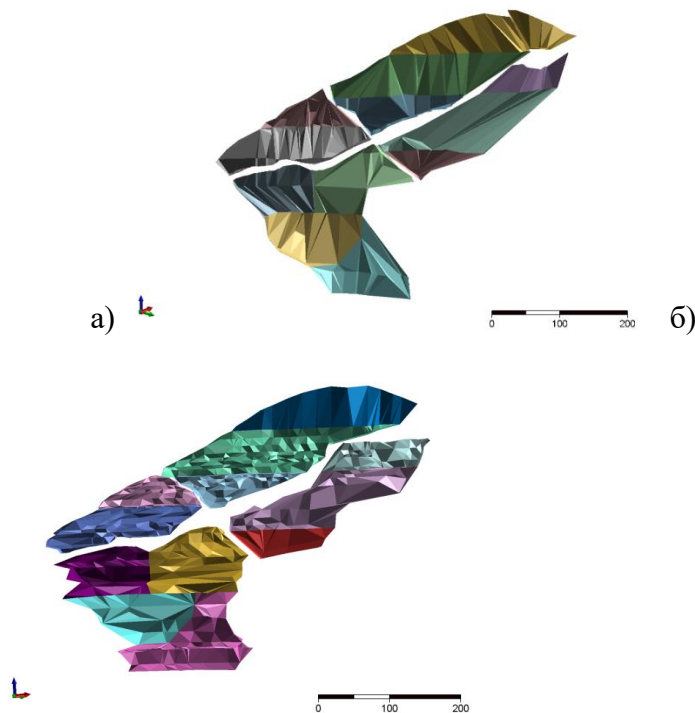


Рисунок 2. Каркасные модели блоков Верхнего рудного тела: а) стадия разведки и эксплуатации, б) стадия отработки (добычи)

Для исследований для разведочной стадии использовались данные опробования по состоянию на 1975 г., для исследований стадии эксплуатационной разведки – все данные опробования по 2015 год [2].

По результатам статистического и геостатистического анализа для каждой стадии были исследованы основные характеристики, отстроена серия вариограмм и определены следующие направления осей поискового эллипсоида для стадий разведки и эксплуатации (табл. 1) [8].

Таблица 1

Ось	Разведка		Эксплуатация	
	Азимут	Наклон	Азимут	Наклон
Первая	48°	0°	48°	0°
Вторая	138°	-60°	138°	-62°
Третья	138°	30°	138°	28°

Размер блоков блочной модели для стадии разведки составил 5x5x20 м, как ¼ от средней сети разведки, для стадии эксплуатационной разведки 5x5x5 м в связи со сгущением разведочной сети. Обе блочные модели построены с субблокировкой 10x10x10.

Зоны влияния были определены как 150 м для первой оси, 100 м для второй оси и 30 м для третьей оси. Интерполяция содержаний выполнялась методом анизотропных обратных расстояний с увеличением радиуса осей до 3 зон влияния [6].

В процессе интерполяции были использованы 3 значения радиуса поиска: для стадии разведки – 40, 80 и 160, для стадии эксплуатации - 10, 20 и 40, пока 100% блоков блочной модели не были проинтерполированы. При интерполяции использовался процесс декластеризации путём разбиения эллипсоида поиска на четыре сектора. Наложение ограничения для каждого сектора было следующим: максимальное количество точек в секторе – 15, минимальное – 5 точек. Ориентация осей – геостатистическая [4].

Проверка после интерполяции включала в себя визуальную проверку, график квантилей и перекрестную проверку, которые показали незначительное завышение

низких содержаний и занижение высоких, что, в общем, дало оценку близкую к достоверной.

Далее был произведен подсчет запасов и сравнение с запасами, подсчитанными по результатам эксплуатационной разведки, которые предоставлялись на экспертизу в ГКЗ в 2016 году в рамках раздела «Сопоставление разведки и эксплуатации» и получили положительное заключение государственной экспертизы.

Сопоставление с результатами эксплуатационной разведки показало расхождение 8,2%, что в пределах допустимой погрешности.

Добыча (отработка).

Для исследований по результатам добычи использовались новые каркасные модели, отстроенные по результатам добычных работ. Для построения каркасов по данным отработки были использованы все данные опробования, как по данным разведки, так и по данным эксплуатации (рис.2 б). Оконтуривание производилось по всем данным опробования с применением тех же кондиционных параметров, что и для разведки и эксплуатации [3].

По результатам статистического и геостатистического анализов для стадии отработки были исследованы основные характеристики, отстроена серия вариограмм и определены следующие направления осей поискового эллипсоида (табл. 2):

Таблица 2

Ось	Азимут	Наклон
Первая	48°	0°
Вторая	138°	-63°
Третья	138°	27°

Зоны влияния были определены как 150 м для первой оси, 100 м для второй оси и 30 м для третьей оси.

В пределах каркасов отработки была построена блочная модель. Размер блока блочной модели был выбран аналогично размерам блоков для стадии эксплуатации - 5x5x5 м, как ¼ от средней сети эксплуатационной разведки, с субблокировкой 10x10x10. Интерполяция содержаний выполнялась аналогично интерполяции для стадии эксплуатации. Проверка блочной модели производилась теми же способами.

Для стадии отработки также был произведен подсчет запасов и произведено сравнение с результатами добычи, получившими положительное заключение государственной экспертизы.

Сравнение подсчитанных запасов с запасами по данным отработки (добычи) показало расхождение 8%, что в пределах допустимой погрешности, из чего можно сделать вывод о корректно определенных параметрах подсчета запасов.

Выводы

Из проведенных исследований видно, что значения азимута и наклона (погружения) осей поискового эллипсоида практически не меняются в процессе отработки, т.е. направления осей анизотропии минерализации, полученные в результате вариографического анализа, при сохранении общей морфологии рудного тела являются устойчивыми, независимо от густоты разведочной сети и стадии разведки месторождения (рудного тела). Это позволяет сделать вывод о том, что параметры осей эллипсоида, полученные на ранних стадиях геологоразведочных работ на подобных объектах, могут быть использованы и на более поздних стадиях в процессе освоения месторождения без проведения новых геостатистических исследований.

Библиография

1. Белых Н.А., Оверин Я.С., Карасев В.В. и др. Подсчет запасов рудного тела Верхнего Многовершинного золоторудного месторождения по состоянию на 01.01.2016 г. Москва. 2016. 334 с.
2. Капутин Ю.Е. Повышение эффективности управления минеральными ресурсами горной компании (геологические аспекты). СПб: Недра, 2013. 246 с.
3. Методические рекомендации по сопоставлению данных разведки и разработки месторождений твердых полезных ископаемых. Рекомендованы к использованию Протоколом МПР России от 03.04.2007 г. № 11-17/0044-пр. 30 с.
4. Рекомендации к составу и правилам оформления представляемых на государственную экспертизу материалов по технико-экономическому обоснованию кондиций и подсчету запасов твердых полезных ископаемых с использованием блочного моделирования на месторождениях различного морфологического типа. – М.: ГКЗ МПР РФ, 2015. 86 с.
5. Скрудите Р.А., Акифьева А.Д., Гиль В.А. Опыт государственной экспертизы подсчета запасов твердых полезных ископаемых и ТЭО кондиций, выполненных с использованием геостатистических методов // Разведка и охрана недр. 2016. №8. С. 56-58.
6. Скрудите Р.А., Фахрутдинов Ш.И. Геологическая основа поиска анизотропных направлений при геостатистическом моделировании на примере рудного тела Верхнее Многовершинного золоторудного месторождения // Геология и разведка. 2022 №5. С. 73-85.
7. Хохлов Э.П., Усанов Г.Е., Зарембский Е.П., Агеев А.Т. Геологическое строение и промышленная оценка Многовершинного золоторудного месторождения (Отчет о результатах работ Многовершинной партии за 1968-75 гг. по сост. на 01.10.1975 г.). п. Многовершинный, 1975. 242 с.
8. Coombes J. The art and science of resource estimation. Perth: Coombes Capability, 2008. 231 p.

*Новые критерии выявления урановых месторождений витимского типа Солодов
И.Н. (АО «Атомредметзолото», INSolodov@armz.ru)*

Аннотация

Гидрогеологическими исследованиями на урановых месторождениях Хиагдинского рудного поля Витимского уранового рудного района установлено конкурирующее влияние потоков окислительных метеорных инфильтрационных вод и эксфильтрующихся по зонам тектонических нарушений из фундамента углекислых гидрокарбонатно-магниевых подземных вод, обладающих высокой восстановительной способностью по отношению к урану. Наиболее вероятными восстановителями в этих водах являются углеводороды нефтяного ряда. В почвенном покрове на месторождениях Вершинное и Восточное установлены аномальные содержания нефти, пространственно совпадающие с проекциями на дневную поверхность богатых урановых руд и контурами рудных залежей.

Ключевые слова

Месторождения урана, углекислые подземные воды, потенциалзадающие системы, углеводороды, нефть в почвенном покрове.

Источники финансирования

Финансирование работ выполнено в рамках инвестиционных программ АО «Атомредметзолото» на выполнение геологоразведочных работ и предпроектных инженерно-экологических изысканий на урановых месторождениях Хиагдинского рудного поля.

Теория

Витимский урановый рудный район самый крупный рудный объект на территории России с месторождениями пригодными для отработки скважинным подземным выщелачиванием (СПВ) [1]. Географическое положение – Витимское плоскогорье. Административное положение – Баунтовский Эвенкийский район Республики Бурятия. В пределах рудного района выявлено пять рудных узлов с прогнозными ресурсами и запасами 255 тыс.т. Центральный рудный узел – Хиагдинское рудное поле (ХРП), включающее 8 месторождений: Хиагдинское, Вершинное, Восточное, Количканское, Кореткондинское, Намаруское, Дыбрыньское и Тетрахское. Первые четыре месторождения отрабатываются методом СПВ.

Рудные залежи месторождений ХРП локализованы в делювиально-пролювиально-аллювиальных отложениях в палеодолинах на склонах Байсыханского поднятия, врезанных в граниты витимканского комплекса. Рудоносные отложения сверху перекрыты слабопроницаемыми болотно-озерными отложениями с вулканитами основного состава. Завершает разрез мощная толща основных эффузивов Амалатского плато базальтов. Базальты и частично в верховьях палеодолин вулканогенно-осадочные и терригенные отложения рудоносного горизонта повсеместно на территории ХРП заморожены на глубину 40-90 м.

Урановые руды залегают на глубине 40-330 м и представлены преимущественно фосфатами четырехвалентного урана – нингиотом.

Гидрогеологическими исследованиями в ходе геологоразведочных работ 1993-2013 гг установлено, что базальты и многолетнемерзлые породы не являются водоупором и во всех крупных палеодолинах установлен поток метеорных окислительных вод [2]. При этом окислительного разрушения урановых руд не происходит. Наоборот, в самых богатых участках урановых руд отмечается сильно восстановительная обстановка с Eh -420...-200 мВ и уран восстановлен почти на 100%.

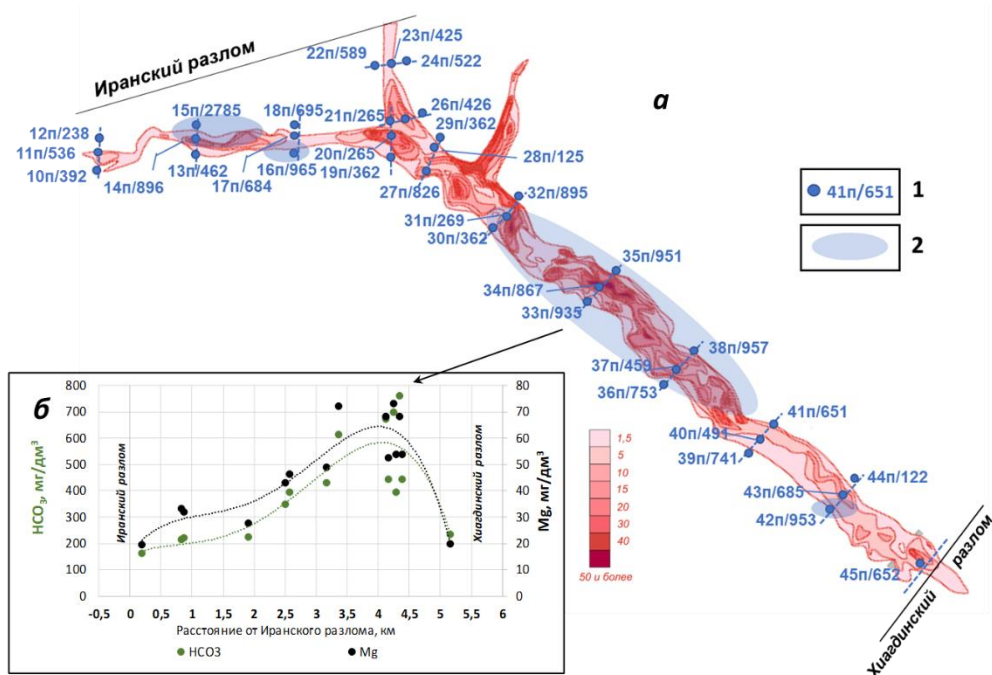
Гидрогеохимическими исследованиями доказано [2], что сохранению урановых руд способствуют углекислые гидрокарбонатно-магниевые подземные воды, восходящие по зонам тектонических нарушений в кристаллическом фундаменте, которые палеодолины наследуют. Эти воды в газовой фазе содержат водород, сероводород, метан и предельные углеводороды, а в жидкой фазе растворенные битумоиды [3-5]. Углекислые холодные подземные воды широко распространены на месторождениях ХРП [1] и являются частью Забайкальской провинции холодных (1,5-4,5⁰С) углекислых вод. Обобщение результатов гидрогеохимического опробования гидрогеологических скважин показало, что в области распространения рядовых и богатых урановых руд преобладают подземные воды именно этого состава. Содержания HCO_3 и Mg закономерно возрастают с глубиной на всех месторождениях ХРП [2]. Между этими компонентами существует идеальная прямая связь, что свидетельствует о их генетической взаимосвязи [2]. Прямая корреляционная зависимость магния от гидрокарбоната указывает на наличие эксфильтрации не только газовой, но и жидкой фазы. Этот процесс связан с древними (по отношению к руде) тектоническими нарушениями в осевых частях палеодолин СЗ простирания. Концентрация свободного CO_2 возрастает с глубиной, достигая на глубине 330 м 3,5 г/дм³. Соответственно, с ростом глубины увеличивается содержание HCO_3 до 6 г/дм³ и Mg до 620 мг/дм³.

Связь уранового оруденения с эксфильтрующимися глубинными HCO_3 – Mg водами иллюстрирует сопоставление удельной площадной продуктивности пласта (рис.1а) с изменением HCO_3 и Mg (рис.1б) по простиранию залежи В1 месторождения Вершинное в направлении от Иранского к Хиагдинскому разлому. Самые богатые по содержанию урана руды (продуктивность достигает 45 - 50 кг/м²) пространственно точно совпадают с аномально высокими содержаниями HCO_3 и Mg.

Гидрогеохимическими исследованиями на месторождении Вершинное также установлено, что в современных условиях продолжается накопление урана в постоянном в пространстве восстановительном геохимическом барьере [6]. В направлении потока подземных вод от верховья к низовью палеодолины содержание урана в подземных водах снижается с 500 до 39 мкг/дм³ – в 13 раз. В зоне барьера окислительный потенциал находится в интервале -420...-200 мВ. Доказано, что столь низкие значения Eh не могут быть обусловлены углефицированным веществом в рудоносных терригенных отложениях, H_2S и Fe(II). Наиболее вероятным и масштабным восстановителем урана являются растворенные углеводороды, способные снижать Eh до -400 мВ [7].

Если источник и пути проникновения углеводородов в рудоносный горизонт с эксфильтрующимися углекислыми подземными водами из фундамента в основном понятны, то проникновение их из рудоносного горизонта через базальты и мерзлые породы в почвенный покров пока не находят объяснения этого феномена. В ходе предпроектных инженерно-экологических изысканий на месторождениях Вершинное, Источное, Количканское и Дыбынское во всех пробах почв обнаружена нефть в количестве 50-3600 мг/кг. На Вершинном месторождении самая масштабная аномалия углеводородов с содержанием нефти >800 мг/кг по площади точно совпадает с

аномалией углекислых подземных вод в зоне с самыми высокими содержаниями урана в рудах (рис.1). На месторождении Источное нефтяное загрязнение почв пространственно совмещены с проекциями рудных тел на дневную поверхность (рис.2). **Рисунок 29.** Распределение содержания нефти в почвах на карте удельной площадной



продуктивности ($кг\ U/m^2$) (а) и гидрокарбонатно-магниева аномалия в подземных водах (б) на месторождении Вершинное.

1 – первая цифра – номер пробы, вторая цифра – содержание нефти в почве в мг/кг; 2 – аномалия содержания нефти в почвенном покрове.

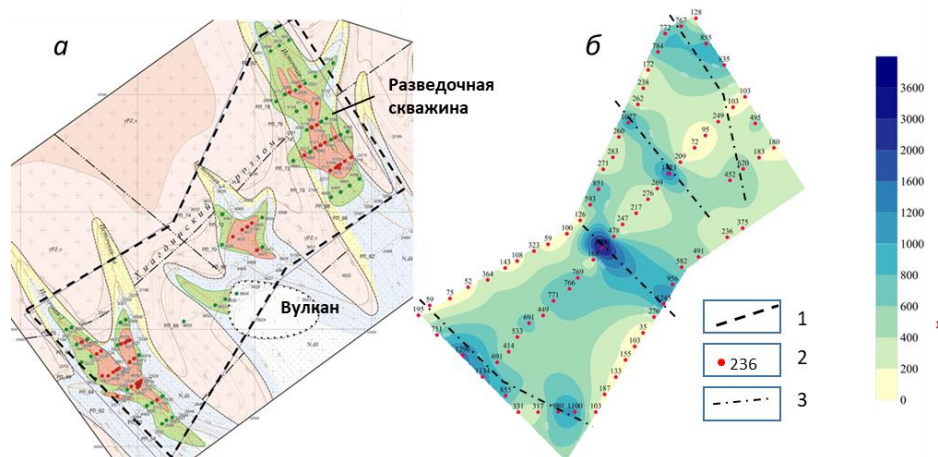


Рисунок 30. Урановые рудные залежи месторождения Источное (а) и распределение содержания нефти в почвенном покрове в мг/кг (б).

1 – граница горного отвода; 2 – проба опробования почвенного покрова и содержание нефти в мг/кг; 3 – предполагаемое разрывное тектоническое нарушение.

Такое масштабное распространение нефти по территории месторождений невозможно объяснить техногенным воздействием на почвенный покров. Во-первых, месторождения находятся в таежной местности на расстоянии 78 и 110 км от ближайших населенных пунктов – Романовка и Багдарин. На месторождениях до начала геологоразведочных работ хозяйственная деятельность не велась. Во-вторых, освоение месторождений в 2009-2012 гг находилось на начальной стадии – детальная разведка.

Влияние буровых работ на загрязнение почв нефтепродуктами в таком масштабе исключено. Видно, что большинство проб почв на месторождении Источное отобрано вне участков расположения разведочных скважин (рис.2). В-третьих, совпадение углеводородной аномалии с богатыми рудами на месторождении Вершинное, также невозможно связать с влиянием буровых работ на окружающую среду. Такого рода техногенные аномалии весьма локальные (несколько квадратных метров) и характеризуются не закономерным распределением по площади.

Выводы

1. Рудосохраняющим фактором в отношении урановых руд являются глубинные углекислые гидрокарбонатно-магниевые подземные воды сложного состава, содержащие эпигенетические газы восстановители (сероводород, водород, метан, углеводороды нефтяного ряда), растворенное органическое вещество (1,44 - 6,25 мг/дм³), в составе которого определены кислые смолы, асфальтиты и кислые битумы.

2. Новые критерии поисков урановых месторождений витимского типа: 1) углекислые гидрокарбонатно-магниевые подземные воды в рудоносных горизонтах; 2) нефтяные аномалии с содержанием нефти в почвах >500 мг/кг.

3. Цель доклада привлечь научную общественность к изучению источника и путей миграции углеводородов на месторождениях урана витимского типа.

Библиография

1. Добыча урана подземным выщелачиванием в криолитозоне / Под ред. И.Н.Солодова – М.: ZetaPrint, 2022 – 183 с.
2. Солодов И.Н., Нестерова М.В. Углекислые подземные воды – рудосохраняющий фактор на урановых месторождениях Хиагдинского рудного поля (Республика Бурятия) // Геология рудных месторождений, 2022, том 64, №1, - с. 151 - 162.
3. Макаров С.И., Ильичев А.В., Шуршалина М.А. Углекислые ураноносные источники южной части Витимского района (Западное Забайкалье) // Мат-лы по геол. мест. урана. Инф. сб. КНТС. М.: ВИМС, 1985, Вып. 95, С. 131-137.
4. Украинцев А.В., Плюснин А.М., Чернявский М.К., Луканов Д.Д. Формирование состава РОВ и РЗЭ на месторождениях углекислых вод Восточного Забайкалья // Подземная гидросфера: Материалы XXIII Всероссийского совещания по подземным водам востока России с международным участием. Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2021. – С. 235 - 239.
5. Шпейзер Г.М., Родионова В. А, Минеева Л.А., Васильева Ю.К. и др. Эколого-геохимические особенности подземных минеральных вод Центральной и Восточной Азии // Успехи современного естествознания, 2004, № 2. – С. 136-138.
6. Солодов И.Н., Карамушка В.П. Об эригенетических восстановителях урана на месторождениях Хиагдинского рудного поля (Республика Бурятия) // Разведка и охрана недр, 2023, №2.
7. Солодов И.Н., Пэк А.А., Мальковский В.И., Шашель А.Г. и др. Влияние конвективного переноса конденсационной влаги во внутрискважинном пространстве на свойства подземных вод // ДАН 2001, том. 376, №1. – С. 92-96.

Формы нахождения стратегических металлов в рудах Ново-Учалинского колчеданного месторождения (Южный Урал) Спирина А.В. (ИГЕМ РАН, adelina.spirina@bk.ru), Викентьев И.В. (ИГЕМ РАН, viken@igem.ru), Варламов Д.А. (ИЭМ РАН, dima@iem.ac.ru)*

Аннотация

Ново-Учалинское медно-цинково-колчеданное месторождение локализовано в восточной части Республики Башкортостан. Рудная залежь представлена мощной крутопадающей линзой сложного строения, локализованной на глубине более 550 м от дневной поверхности. Оно вмещает крупные запасы руды ~ 120 млн т, меди – 1,1 млн т (ср. сод. 0,99%) и цинка – 3 млн т (ср. сод. 2,95%), кроме того руды месторождения являются важным источником Au – 181 т, (ср. сод. 1,7 г/т), Ag – 2912 т, (ср. сод. 26 г/т) и ряда редких стратегических металлов (In, Ga, Ge, Se, Te и др.). В работе приводятся результаты ЛА-ИСП-МС, благодаря которой в рудах были установлены формы нахождения индия – изоморфные примеси в сфалерите, меньше в халькопирите и пирите. В ходе проведения минералогических исследований с применением сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) впервые в сфалеритах низкотемпературной стадии рудообразования установлены слоистые силикаты с высокими содержаниями галлия (1-30 мас.%) и германия (0,12-6,23 мас.%). В качестве изоморфной примеси высокие концентрации галлия также отмечаются в сфалерите, гораздо меньше в халькопирите и пирите.

Ключевые слова: индий, галлий, ЛА-ИСП-МС, высокогаллиевые силикаты

Источники финансирования. Полевые работы выполнены в рамках базовой темы ИГЕМ РАН, аналитические исследования выполнялись за счет средств проекта Минобрнауки № 13.1902.21.0018.

Теория

В рудной залежи Ново-Учалинского месторождения (восточная часть Республики Башкортостан) заключены крупные запасы руды ~ 120 млн т, Cu – 1,1 млн т (ср. сод. 0,99%) и Zn – 3 млн т (ср. сод. 2,95%), кроме того руды месторождения являются важным источником Au – 181 т, (ср. сод. 1,7 г/т), Ag – 2912 т, (ср. сод. 26 г/т) и ряда редких стратегических металлов (In, Ga, Ge, Se, Te и др.). Залежь представляет собой мощное крутопадающее тело линзообразной формы, осложненное мощными раздувами и резкими пережимами [Спирина и др., 2020]. Она пересечена наиболее протяженной и мощной дайкой габбро (С_{1т}) и серией маломощных даек микрогаббро. Существенную часть месторождения слагают сплошные руды (~90%) медно-цинкового состава, что отличает его от других колчеданных объектов Урала.

На примере схем распределения Cu, Zn, Au и In была проведена оценка геохимической зональности рудной залежи. Распределение меди и цинка в целом носит асимметричный характер, а золота и индия скорее – симметричный. Цинковые руды слагают среднюю часть залежи (на глубинах 800-1000м от дневной поверхности), а медные тяготеют к северному флангу (глубины 650-850 м от поверхности). Отмечается высокая положительная корреляция ряда редких элементов с цинком, в частности, индия и золота, что подтверждается их распределением в пределах залежи (отчетливо заметно на поперечных разрезах). Высокие концентрации золота и индия тяготеют к участку резкого изгиба колчеданного тела, а маломощные максимумы индия отмечаются также в лежащем боку залежи [Викентьев, Спирина, 2022].

С целью установления форм нахождения индия в рудах месторождения был изучен химический состав главных рудных минералов (пирита, халькопирита и сфалерита) разных минеральных ассоциаций в образцах, приуроченных к различным участкам рудного тела методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой в

сочетании с лазерной абляцией (LA ICP MS). Предшественниками была предпринята попытка изучения форм нахождения некоторых редких элементов [Ново-Учалинское ..., 1999]. В ходе детальных минералогических исследований собственных минеральных форм индия на месторождении пока не установлено. Отмечается, что золото преимущественно сконцентрировано в «невидимой» форме в пирите, «видимое» самородное золото встречается в участках контактов сплошной колчеданно-полисульфидной руды с дайками. Примеси кадмия, галлия, индия и олова тяготеют к сфалериту (табл. 1).

Таблица 1. Среднее геометрическое содержание элементов-примесей (ppm) в главных сульфидах руд Ново-Учалинского месторождения по данным метода LA ICP MS

Тип руды	Минерал	N	Cu	Zn	Au	Ag	Cd	In	Ga	Sn
Сплошная руда	пирит	240	741	678	1,92	10,79	15,69	1,53	3,42	4,77
	сфалерит	17	193	-	0,2	7	1468	75	4,6	6
	халькопирит	21	-	159	0,12	6	1,88	25	3,4	24
С контакта с дайкой габбро	пирит	74	921	338	1,47	13,7	13,9	1,6	2,7	6,5
	сфалерит	19	311	-	0,22	15	1791	113	18	259
	халькопирит	9	-	137	0,53	29	8,05	14	14,7	15
С контакта с вмещающими вулканитами	пирит	19	293	434	1,13	14,13	40,53	1,18	6,21	3,18
	сфалерит	9	134	-	0,29	8,51	1362	33	32	133
	халькопирит	8	-	78	н.о.	10	н.о.	30	1,1	7

Основная доля индия (табл. 1) сосредоточена в сфалерите (33-115 ppm), при чем в участке контакта руд с дайкой габбро, средние содержания индия максимальны – 113 ppm. В сфалерите тонкозернистой сфалерит-пиритовой руды, отобранном в 0,9 м от контакта с мощной дайкой габбро были установлены самые высокие содержания (в ppm) индия – 457, кадмия – 1505, Hg – 260, Ga – 88 и Ag – 26. На графике (рис. 1) видно, что индий, кадмий и ртуть распределены равномерно, для галлия отмечаются некоторые пики.

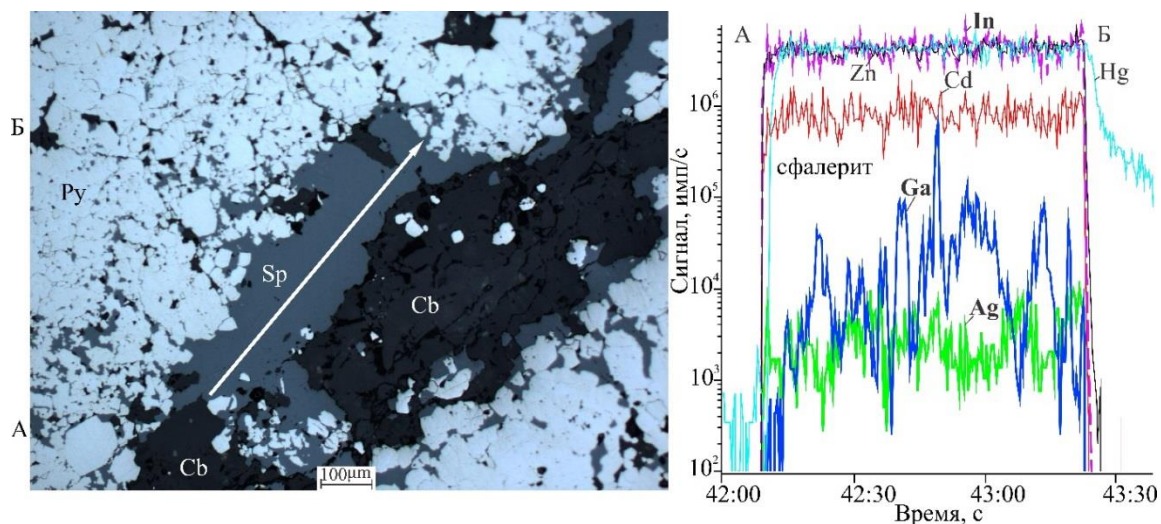


Рисунок 1. Тонкозернистая сфалерит-пиритовая руда (скв. 2681 гл. 138)

Второй концентратор высоких значений индия – халькопирит, где его средние значения варьируют в пределах 14-30 ppm (табл. 1). Например, в халькопирите колчеданно-полиметаллической руды (рис. 2) с участка изгиба рудного тела в средней части месторождения максимальные содержания индия составляют 172 ppm, олова – 46 ppm, серебра – 7 ppm, а галлия всего – 4,3 ppm, отмечаются небольшие пики по цинку, вероятно, соответствующие микровключениям сфалерита.

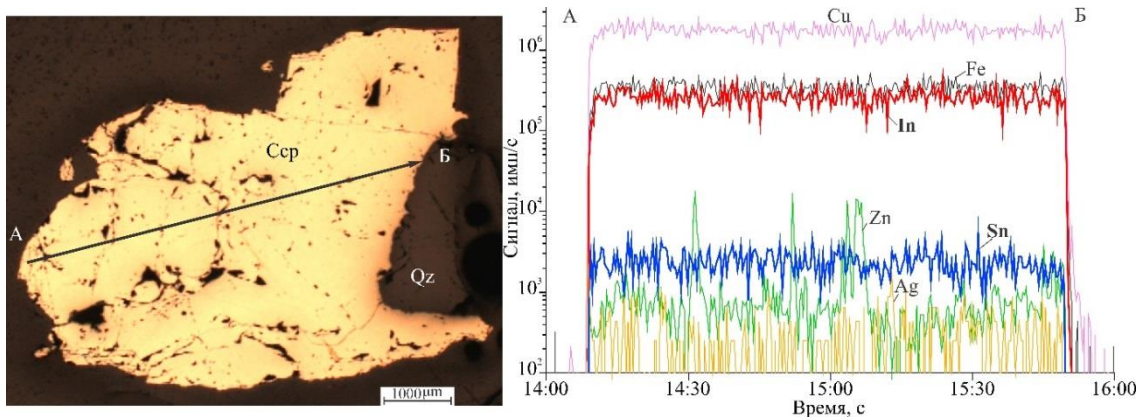


Рисунок 2. Халькопирит жильной полисульфидной ассоциации (скв. 2726 гл. 143).

Галлий – один из редких критических элементов, для которого практически не характерно наличие собственных минеральных форм. Ввиду наличия близких химических свойств элемента с алюминием, основная масса Ga добывается при переработке бокситовых руд, а также он является изоморфной примесью в сфалерите колчеданно-полиметаллических месторождений. В гидротермальных условиях Ga проявляет, как литофильные (входит в состав алюмосиликатов), так и халькофильные свойства (отмечен в качестве примеси в сульфидах Zn, Cu, Fe, отчасти Pb и Sb). Ввиду редких определений валовых значений этих элементов (Ga, Ge) в рудах оценить их геохимическую зональность в пределах залежи пока не удалось. Лишь отмечается высокая положительная корреляция указанных элементов с цинком.

Методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) в низкотемпературных сфалеритах (рис. 3), приуроченных к средней части залежи, были установлены силикаты по типу хлорита с примесями галлия (от 1 до 10 мас.%) и германия (0,12 до 1 мас.%). В некоторых агрегатах их концентрации возрастают – Ga до 30 мас. %, Ge до 6 мас.% и изоморфно замещают соответственно Al и Mg.

Галлий в гидротермальных условиях проявляет как литофильные свойства, накапливаясь в силикатах, так и халькофильные свойства и присутствует в сфалерите (20-90 ppm), в меньших концентрациях – в пирите (0.5-30 ppm) и халькопирите (30-35 ppm). Содержания галлия во вмещающих породах составляют ~15-20ppm, максимальные – в серицит-кварцевых метасоматитах до 23 ppm.

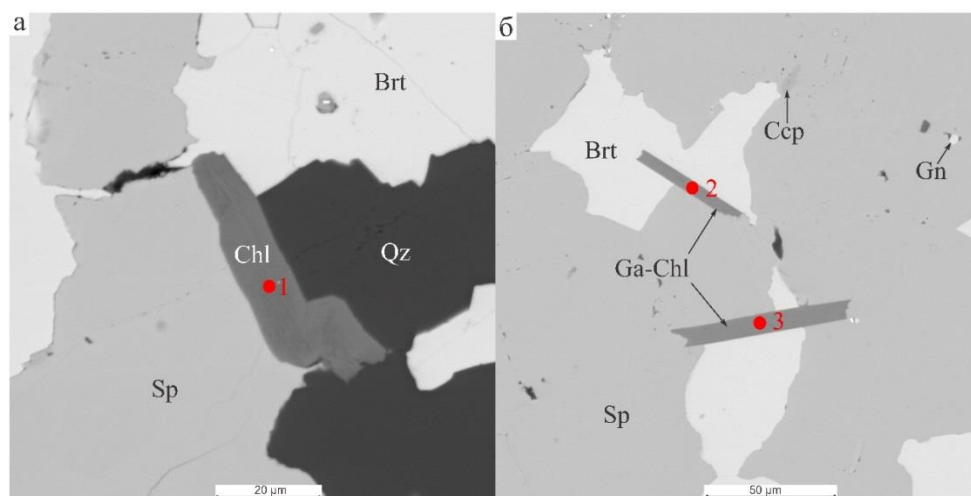


Рисунок 3. Микроассоциация высокогаллиевого “хлорита” с кварцем, баритом и сфалеритом (а), с баритом и сфалеритом с микровключениями халькопирита и галенита (б). Нет различий

формы и размеров Ga-содержащих и несодержащих алюмосиликатов. Цифрами указаны хлориты, значения которых приведены в табл. 2

Таблица 2. Химический состав “хлоритов” по данным микрозондового анализа (представительные анализы, мас. %)

№	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	V ₂ O ₃	Ga ₂ O ₃	GeO ₂	SO ₃	Сумма
1	19.13	11.44	33.50	1.73	2.46	0.79	13.12	0.96	0.34	85.49
2	17.10	0.64	34.85	2.28	0.00	0.00	28.79	2.13	0.43	88.86
3	15.68	0.99	34.71	2.41	0.00	0.00	27.16	2.56	0.59	87.08
4	20.20	18.88	35.56	1.45	4.29	1.24	1.94	0.61	0.00	85.91
5	19.90	9.39	32.65	1.54	4.00	0.58	19.11	1.52	0.26	91.16
6	18.70	8.48	32.03	1.71	4.62	0.56	17.44	0.89	0.33	87.52
7	20.84	17.56	35.81	1.90	4.52	1.05	3.23	0.36	0.00	86.31
8	24.10	14.56	34.08	1.91	2.85	0.74	4.00	0.25	5.53	89.23

Выводы

- 1) Главным концентратом In является сфалерит, максимальное его значение (457 ppm) установлено в образце близ контакта с мощной дайкой габбро. В халькопирите жильной полисульфидной ассоциации его максимум установлен на уровне 172 ppm.
- 2) Высокие концентрации Ga были установлены в низкотемпературном сфалерите, меньше в халькопирите и пирите. Галлий изоморфно входит в решетку сфалерита.
- 3) Впервые в рудах месторождения установлены силикаты с высокими концентрациями галлия и германия, которые изоморфно заместили алюминий и магний соответственно.

Библиография

1. Ново-Учалинское медно-цинковоколчеданное месторождение Южного Урала / Пшеничный Г.Н., Волькинштейн М.Я., Николайченков Ю.С., Рыкус Н.Г., Исхаков М.А., Панова Н.В., Губанов Л.И., Миронов В.В., Рогожников А.К., Стахеев И.П., Храмова О.Г., Цепин А.И. Уфа: УНЦ РАН, 1999. 420 с.
2. Викентьев И.В., Спирина А.В. Геохимическая зональность рудной залежи Ново-Учалинского колчеданного месторождения (Южный Урал, Россия) // Вестник Геонаук. 2022. № 11. С. 11-19.
3. Спирина А.В., Макаров В.В., Моисеев И.Б., Викентьев И.В. Детализация морфологии рудной залежи Ново-Учалинского колчеданного месторождения (Южный Урал) // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 2020. №2. С. 35-46. DOI: 10.32454/0016-7762-2020-63-2-35-46.

*Рудно-метасоматическая зональность молибденовых рудопроявлений Джетского рудного узла (Восточный Саян) Сучков А.В. * (ФГБУ «ВИМС», alexsander@mail.ru)*

Аннотация

Исследования рудно-метасоматической зональности Джетского рудного узла проведены на основе изучения вещественного состава руд, рудовмещающих пород и околорудных метасоматитов, минеральных ассоциаций, морфологических типов рудных образований, их взаимоотношений и пространственного распределения. Материалы получены в ходе полевых исследований 2015-2016 гг.

Ключевые слова

Молибденовое рудопроявление, стадийность рудообразования, минералогическая зональность, Джетский рудный узел.

Теория

Джетский рудный узел находится в зоне влияния крупных батолитов щелочных гранитоидов буюдзульского комплекса и гранитоидов беллыкского комплекса раннепалеозойского возраста. Узел приурочен к группе сближенных штоков и дайковых тел, прорывающих сланцы лысанской и манской свит позднеерифейского возраста. В рудном узле известны молибденовые рудопроявления: Джетское, Теплое 1, Теплое 2, Интрузивное, Восточное [Даценко, 2005, Карасева и др., 1998]. Околорудные изменения пород представлены, мусковитизацией, серицитизацией, альбитизацией, хлоритизацией, прожилково-жильным окварцеванием, карбонатизацией, сульфидизацией.

Для установления этапов рудообразования проведены исследования с обобщением собственных и литературных данных [Карасева и др., 1998] по рудопроявлениям Теплый 2 и Интрузивный. Выделяются три этапа минералообразования: метасоматический, гидротермальный и гипергенный.

Наиболее ранний метасоматический этап отложения рудных минералов связан с контактово-метасоматическими изменениями пород лысанской свиты при воздействии на них штоков гранитоидов, предположительно, буюдзульского комплекса. На этом этапе в роговиках образовалась вкрапленность пирита, пирротина и халькопирита с отдельными и редкими включениями сфалерита. Контакттово-метасоматические породы представлены плагиоклаз-кварц-мусковит-актинолит-тремолитовыми образованиями.

Гидротермальный этап минералообразования подразделяется на три стадии: прерудную, рудную и пострудную. С прерудной стадией связано формирование кварц-пирротин-пиритовых прожилков с редкой вкрапленностью в них шеелита, сфалерита, арсенопирита, кубанита, а также минералов висмута. Установлено, что кварц-пирротин-пиритовые образования пересекаются кварц-молибденитовыми прожилками [Семенова, 1991].

Продуктивной является рудная стадия кварцевого штокверка с кварц-молибденитовой минерализацией, с которой связаны две минеральные ассоциации. К ранней отнесены прожилки серого кварца мощностью до 2 см с мелкочешуйчатым

молибденитом в зальбандах. С молибденитом ассоциируют пирит, магнетит, рутил, переотложенный пирротин, халькопирит, сфалерит. Из нерудных минералов наряду с кварцем развиты альбит, калиевый полевой шпат, серицит, кальцит. Ко второй подстадии отнесены маломощные мономинеральные прожилки молибденита, секущие ранние кварц-молибденитовые.

В пострудную стадию образуются жилы и прожилки с кварц-карбонат-полиметаллической минерализацией: пиритом, сфалеритом, халькопиритом, галенитом. В количественном отношении им уступают блеклая руда, станнин, буланжерит. Завершилась стадия образованием метакристаллов арсенопирита и пирита.

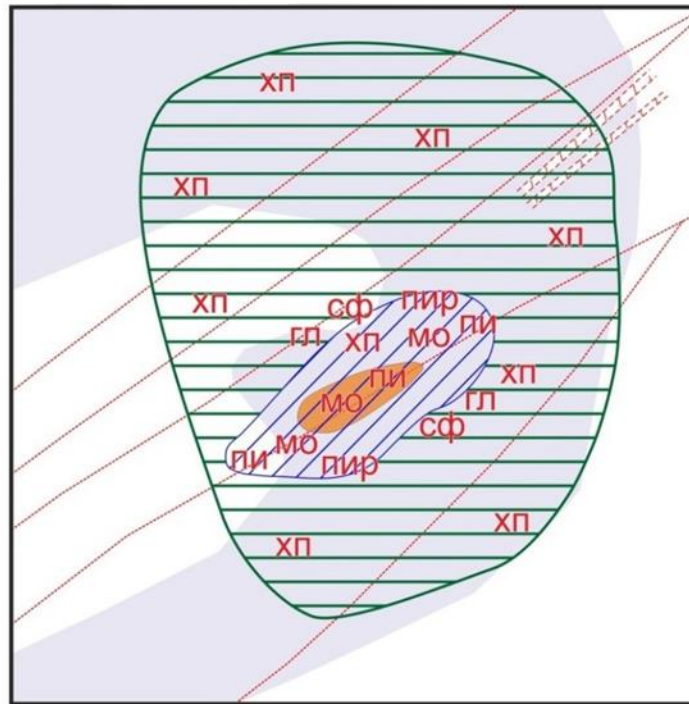
Гипергенный этап характеризуется преобразованием первичных рудных минералов: по пириту развиваются гётит и гидрогётит, по пирротину — мельниковит и марказит, по магнетиту — гематит, по халькопириту — ковеллин, по молибдениту — молибдит и повеллит.

Минералогическая зональность штокверка формируется вокруг штоков порфиридных гранитоидов, не имеет резких границ и представлена пирит-молибденитовой минерализацией в ядерной части, сменяемой молибденит-пирит-пирротин зоной, на периферии — пирротин, халькопирит, отмечается галенит. Существенно пирротиновая минерализация с пиритом и халькопиритом выходит за пределы рудного штокверка. (Рис. 1).

На рудопроявлениях наибольшее распространение имеет молибденит-пирит-пирротиновая с халькопиритом минерализация, в пределах развития которой обособляются участки с преимущественно пиритовой минерализацией, образуя молибденит-пирротин-пиритовую минерализацию с халькопиритом. Эти две разновидности минерализации, по существу, отвечают образованиям продуктивной стадии рудного этапа и совпадают с первичными ореолами молибдена различной контрастности, а отличаются лишь полнотой проявления раннего пирротина в первой и более позднего пирита, замещающего пирротин, во втором типе минерализации. Они близкосоизовременны, нередко совмещаются в пространстве с образованием участков наиболее богатых молибденовых руд и конформны штокам порфиридных гранитоидов.

Пирит-полиметаллическая минерализация располагается близ границы существенно пирротиновой с молибденит-пирит-пирротиновой. Она проявлена весьма неравномерно и наиболее широко распространена в юго-западной части. Пирротин-пиритовая минерализация с молибденитом занимает центральное положение в кварц-молибденитовом штокверке, и ее объем уменьшается с глубиной.

По результатам исследования составлена обобщенная схема минералообразования рудопоявлений Теплый 2 и Интрузивный (Таблица 1). Согласно полученным данным рудно-метасоматическая зональность молибденовых рудопоявлений Джетского рудного узла соответствует пропиловому типу метасоматических преобразований обобщенной модели рудно-метасоматической зональности меднопорфиридных месторождений [Sillitoe, 2010].



Условные обозначения

- Шток субщелочных гранодиоритов и гранитов
- Роговики кварц-биотитовые
- Зона прожилково-вкрапленной золото-сульфидно-кварцевой минерализации (рудоявление Пьеровское)
- Область распространения преимущественно пирит-пирротиновой минерализации
- мо пи мо - молибденит, пи - пирит, пир - пирротин, гл - галенит, сф - сфалерит, хп - халькопирит

Рисунок 31. Схема зонального строения кварцевого штока

Таблица 1. Обобщенная схема последовательности минералообразования рудоявлений Теплый 2 и Интрузивный

Этап Стадии	Метасоматический	Гидротермальный			Гипергенный
		Предрудная	Рудная	Пострудная	
Морфологические типы оруденения	Вкрапленный	Жильно-прожилковый	Жильно-прожилковый	Жильно-прожилковый	
Пирит	---	---	---	---	
Пирротин	---	---	---	---	
Халькопирит	---	---	---	---	
Сфалерит	---	---	---	---	
Кварц		---	---	---	
Шеелит		---			
Арсенопирит		---			
Кубанит		---			
Минералы висмута		---			
Молибденит			---		
Магнетит			---		
Рутил			---		
Альбит			---		
КПШ			---		
Серицит			---		
Кальцит			---	---	
Галенит				---	
Блеклая руда				---	
Станнин				---	

Этап Стадии	Метасоматический	Гидротермальный			Гипергенный
		Предрудная	Рудная	Пострудная	
Морфологические типы оруденения	Вкрапленный	Жильно- прожилковый	Жильно- прожилковый	Жильно- прожилковый	
Буланжерит				—	
Арсенопирит				—	
Гетит, гидрогетит					—
Мельниковит					—
Марказит					—
Гематит					—
Ковеллин					—
Молибдит					—
Повеллит					—

Выводы

В обобщенном виде схема минералогической зональности оруденения следующая: в центре кварцевого штокверка находится пирит с молибденитом, которые сменяются зоной развития пирита, пирротина с молибденитом, а на периферии рудного штокверка - преобладает пирротин. Халькопирит относится к сквозным минералам. Сфалерит и галенит развиты по флангам кварц-молибденитового штокверка, что типично для медно- и молибден-порфировых месторождений [Попов, 1977]. Образование основного объема молибдена в штокверке связано с рудной стадией гидротермального этапа минералообразования. Изученные рудопроявления имеют пропиловый тип метасоматических преобразований.

Библиография

1. Даденко В.М. О генетической связи молибденовых рудопроявлений Теплый ключ с буюдзульским монзонит-сиенитовым массивом. // Геология и минеральные ресурсы Центральной Сибири. Красноярск, КНИИГиМС, 2005. Выпуск 6. С. 211-216
2. Карасева Г.Г., Некос В.В., Куйбида С.В., Шведов Г.И. Молибден-порфировое месторождение Теплый Ключ 2 (Восточный Саян) // Руды и металлы. 1998. № 3. С. 33-41.
3. Попов В.С. Геология и генезис медно- и молибден-порфировых месторождений. — М.: Наука, 1977.
4. Семенова Н.В. Сравнительный рудно-геохимический анализ месторождений и рудопроявлений молибдена штокверкового типа на юге Красноярского края // Геология и геофизика. 1991. № 6. С. 20-26.
5. Sillitoe R.H. Porphyry copper systems // Econ. Geol. 2010. Vol. 105, N 1. P. 3–41.

*Геолого-экономическая оценка вольфрамовых месторождений западного Узбекистана Тохиржонов К.О. * (Министерство горного дела и геологии Республики Узбекистан, Camron867@gmail.com.)*

Аннотация

В данной статье приводится область применения и физико-химические свойства вольфрама, а также остатки не добытых запасов ранее известных крупных месторождения Узбекистана.

Приводятся результаты геолого-экономической оценки вольфрамовых месторождений и типы руд, состав и содержание, а также рекомендации для их добычи.

Ключевые слова

Твердость, износоустойчивость, стоимость продукции, реагенты, электроэнергия, запасы, лянгар, сульфидно-редкометалльный, собственно шеелитовые руды.

Теория

В настоящее время вольфрам широко применяется в различных областях современной техники. Важной областью применения чистого металла W является электротехника. Также вольфрам применяется в быстрорежущих инструментальных сталях, благодаря этим свойствам быстрорежущая сталь сохраняет высокую твердость и износоустойчивость до 600-650о. Также важной областью является производство твердых сплавов на основе карбида вольфрама.

По геолого-экономическим показателям в оценке месторождения являются запасы полезных ископаемых (ПИ), содержание, а также значение в народном хозяйстве. Для экономической оценки значительную роль играет геологическая сложность месторождения и объемы, количество запасов ПИ. Важными параметрами являются способ и система разработки месторождения, к этим показателям относится потеря и разубоживание при добыче, снижение себестоимости продукции, годовой объем и масштабы разработки, распределяющиеся пропорционально объему. С увеличением объема продукции (добычи) себестоимость их снижается [1, 734с.].

В геолого-экономической оценке (ГЭО) технологический процесс является одним из основных показателей.

В конечной стоимости продукции учитываются: капитальные вложения в строительство горного предприятия (включая создание промышленной инфраструктуры, обустройство, закупка оборудования и т.д.), в том числе эксплуатационные затраты на добычу и переработку минерального сырья (все текущие расходы причастные к добыче - заработная плата, ремонт, обслуживание, реагенты, электроэнергия, вода, транспорт, авто- железная дорога и др. или можно сказать расходы на инфраструктуры), а также себестоимость добычи (включая затраты на ГПП) и стоимость товарной продукции.

При геологоразведочных работах ГЭО выходить прибыль до уплаты налогов, чистый уровень рентабельности основных и оборотных фондов, эффективность капвложений и срок их окупаемости, минимальный срок существования предприятия – не менее 10 лет, приведенная себестоимость единицы конечной продукции Основные показатели - это параметры инвестиционного риска, которые подразделяются на: геологический (методы и способы подсчета запасов, геологические условия, изменчивость качества руды и т.д.); технологический, во многом зависящий от геологического риска, а также правильности выбора технологического решения.

От величины геологического и технологического рисков зависит инвестиционный экономический риск, в том числе от конъюнктуры рынка и непредсказуемости цен и др. Вышеуказанные показатели характеристиками являются основной показателями геолого-экономической оценки месторождений.

Ниже рассматриваются примеры, ранее известные и частично отработанные месторождения и их запасы. Остатки основного и недобываемого запаса (в целиках, рудных столбах и др.), а также консервированные запасы руд.

Следует отметить, что данная последовательность отражает «сульфидность» месторождений на нынешнее состояние их разведки. Учитывая, что месторождения Койташ, Ингичке, Лянгар в течение 40 лет отработки также считались малосульфидным объектом и лишь в последние годы здесь обнаружены мощные сульфидно-редкометалльные руды, а также апогранитоидные, апометатерригенные, роговиковые, грейзеновые, дайковые сульфидные типы руд, то вполне возможно обнаружение подобных руд и в других месторождениях Узбекистана. В тот период в связи с отсутствием технологической разработки извлечения вольфрама из сульфидных руд для комплексной добычи попутных элементов их не привлекали для добычи.

На месторождении Лянгар, к моменту консервации (1959г.), находились значительные запасы разведанных руд, в которых, запасы WO₃ по категориям В+С1 оценены в 3750 тонн, а по категории С2 - 2300 тонн. Всего по запасам В+С1 + С2 3750-2300 = 6050 тонн и за период с 1934 по 1959 год (к моменту консервации) добыто 3800 тонн WO₃ в концентрате (65%). Остатки запасов составляют 2050 тонн, подсчитанных по категории В+С1+С2 и подготовленных к добыче. На месторождении Лянгар на глубине 350-400 м были вскрыты сульфидно-редкометалльные руды мощностью до 45 метров, которые связаны с разломом – II-III порядка и дайковым образованием. Сульфидно-редкометалльные типы вольфрамовых руд представлены кварц-шеелит-арсенопирит-халькопиритовыми минеральными ассоциациями, аналогичные руды отмечены в Ингичкинском и Койташском рудных полях.

На месторождении Ингичке, золото-вольфрамовое оруденение установлено в сульфидизированных лампрофированных дайках Северного участка и рудопроявления Чангаллы. Золото в них содержится от следов до 10 г/т, серебро от 2,4 до 20,4 г/т., а также висмут, свинец, цинк, медь и др. достигает до 50-60 г/т, отмечено большое количество до 200 г/т примесей. Мощность минерализованных даек 0,2-5 м, протяженность от 90 до 600 м, а по падению прослежено до 400-500 м. Широкое распространение таких измененных даек лампрофиров служит основанием для рекомендации проведения на данных площадях поисково-разведочных работ на олововольфрамовое и золотосеребряное оруденение. Эти оруденения связаны с шеелит-галенит-сфалеритовыми рудами, тесно связанными с Каттасайским разломом, по протяженности этого разлома образуются собственно Каттасайское месторождение. В

шеелит-галенит-сфалеритовых рудах установлены элементы-примеси серебра в галените 400 г/т, в сфалерите более 100 г/т и в 0,01- 0,001% установлены висмут и олово [4, с.419]. Мелкие жилы и прожилки отмечены в грейзенизированных породах, а также в висячем боку скарноворудных тел в мраморах. Большие скопления их установлены в апомагнезиально известковых скарнах Каратюбе, Ингичке, Лянгар, Яхтон, Койташ и Тым.

На месторождении Койташ за период с 1941 по 1980 гг. было добыто 4,6 млн. тонн руды и 15,3 тыс. тонн трехокси вольфрама, а разведанные запасы составляют 3,7 млн. тонн руды с 9,9 тысячами тонн трехокси вольфрама и 22,7 тыс. тонн меди. Если учесть, что разведанные руды участка Полосы Койташ-Угат, по источникам ГКЗ и результатам анализов, кроме вольфрама и молибдена в большом количестве содержится золото, висмут и медь.

На месторождении Сарытау по данным поисково – оценочных работ (Шааков Б.Б. и др., Отчет Сарытауской ПП по работам 1981-1983 гг. Фонды Мингео, Ташкент, 1983), запасы металлов оцениваются: Au – 17,3 тонн, Ag -108,0 тонн, WO₃ -136174,1 тонн, Mo -5,0 тонн, Cu-19278,0 тонн, Sn-4000,5 тонн, Bi -2772,2 тонн. Есть надежные предпосылки увеличения запасов руд этих месторождений в несколько раз за счет открытия нетрадиционных типов руд: сульфидно-редкометалльный и серебро-полиметаллическим, показывают, что на месторождениях с комплексным оруденением, минерализация, являющаяся второстепенной на одном участке, может быть основной в другом, а также металл, являющийся попутным на одном участке, может становиться основным на другом.

Месторождение Яхтон является одним из типичных представителей большой группы скарново-шеелитовых месторождений Западного Узбекистана. В нем нашли, как-бы, свое отображение все главные особенности геологического строения присущие и другим скарново-рудным месторождений Узбекистана.

Месторождение Яхтон расположено в центральной, водораздельной части хребта Чакылкалян и приурочено к камангаранской антиклинальной складке II порядка, крылья и ядро которой осложнены серией разрывных нарушениям и складками более мелких порядков.

В последние годы выявлены новые типы апогранитоидных, апометатерригенных вольфрамовых руд с большим содержанием золота, однако они не были достаточно изучены и вовлечены к отработке с выявлением контуров этих руд, что дало возможность переоценки ранее отработанных месторождений с учетом нетрадиционных типов руд [2, с. 65; 3, с.33].

Выводы

Таким образом, сульфидно-редкометалльные и серебро-полиметаллические минерализации, несущие комплекс попутных полезных ископаемых, в том числе благородных, металлов проявлены во всех изученных вольфрамовых месторождениях. Однако, интенсивность проявления их в этих месторождениях различна. По интенсивности проявления сульфидно-редкометалльной минерализации изученные месторождения можно расположить в следующей последовательности: – Койташ, Саутбай, Сарытау, Лянгар, Яхтон, Ходжадык, Ингичке.

Библиография

1. Гафуров Ш.Р., Гугнин В.И., Аманов С.Н. Язык бизнеса. Ташкент издательство ИПК «Шарк», 1995. 734 стр.
2. Джураев М.Н., Тураев Т.Н. Новые типы вольфрамового оруденения Каратюбе-Чакылкалянского рудного района // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2017. - №3. стр. 63-67.
3. Разигов О.Т. Роль вмещающих пород в образованиях скарновых руд // Геология и минеральные ресурсы № 2. - 2019. - стр. 32-35.
4. Тахиржанов К.О. и др. Промышленные типы руд скарновых месторождений Зарафшано-Алайской металлогенической зоны Южного Тянь-Шаня. // «Международная научно-практическая конференция». Актуальные проблемы нефтегазовой геологии и инновационные методы и технологии освоения углеводородного потенциала недр. – Ташкент: 2019. – стр.417-420.

*Локальное прогнозирование рудных оруденений на основе принципов разведочной геодинамики (на примере отдельных рудных месторождений Центрального Кызылкума) Турсунметов Р.А. * (ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО», tv_98@mail.ru), Нурходжаев А.К. (Институт геологии и геофизики), Турапов М.К. (ГУ «Институт минеральных ресурсов»), Жонибеков Б.О. (ТГТУ им. И.А. Каримова, jonibekovbobur@mail.ru), Тё В.С. (ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО», tv_98@mail.ru)*

Аннотация

В работе изложены результаты комплексной интерпретации гравимагнитных исследований и тектонофизического моделирования структур на принципах разведочной геодинамики.

Ключевые слова

Тектонофизическое моделирование, гравитационные и геомагнитные аномалии, разведочная геодинамика, касательные напряжения.

Теория

Локальное прогнозирование рудных месторождений в сложных структурно-тектонических условиях реализовано на основе принципов разведочной геодинамики. Методы разведочной геодинамики основаны на единстве геодинамических и геофизических процессов, участвующих в формировании рудных месторождений и образований геологических структур [3]. Принцип тектономагматической активизации предусматривает поведение магматических тел при локализации рудных оруденений. Генетически связанные с оруденением магматические тела отличаются повышением плотности пород, тогда как зона локализации рудных оруденений характеризуется разуплотнением [2]. Следовательно, указанные тела характеризуются относительно повышенной плотностью. Следующий принцип направлен на особенности локализации рудных оруденений в геологических структурах. При этом рудные зоны приурочиваются к разуплотненной трещиноватой зоне, которая граничит с уплотненной зоной благодаря этому наблюдается инверсия гравимагнитных свойств в описанной зоне. Тектонофизический принцип локализации основан на характере распределения касательных напряжений, которые определяются по результатам моделирования тектонических структур. Тектонодинамический принцип основан на подвижности трещиноватых зон содержащие полезные компоненты [4]. За счет действия лунно-солнечных приливов-отливов эволюция земной коры благоприятствовала скоплению рудной залежи.

Далее рассмотрим результаты комплексной интерпретации, основанной на вышеуказанных принципах. Территории, на которых расположены площади Джетымтау и Бельтау, покрыты гравимагнитной съемкой. По результатам тектонофизического моделирования выявлена геодинамическая обстановка территории, на которой отражен характер распределения касательных напряжений по площади. Рудные объекты тяготеют к градиентным зонам поля силы тяжести. К краевым частям гор расположены положительные аномалии силы тяжести, которые картируют дислоцированные отложения. Распространения положительных аномалий носит локальный характер. Кислые и основные интрузии, расположенные в пределах сопредельной части гор, характеризуются относительно пониженными значениями, т.е. отрицательными

аномалиями. Поля силы тяжести на части горной территории отмечаются по изучаемым площадям преимущественно отрицательными аномалиями поля силы тяжести. Такое поведение этого поля в пределах по грабенообразной части структуры территории вызвано трещиноватостью. Присутствие в этой части кислых интрузий указывает на детальное изучение погребённых территорий на предмет выявления рудных объектов. Известные рудные объекты приурочены к краевой части зоны, которые картируются изолинией магнитного поля с нулевыми значениями. Погребенная часть Бельтауских гор картируется отрицательными аномалиями, что, по всей вероятности, вызвано развитием трещиноватых зон [12].

В пределах горной части Джетымтау наблюдаем повышение геомагнитного поля преимущественно в центральной части территории, куда тяготеют отдельные рудные объекты. С другой стороны, погребенные части территории характеризуются относительно пониженными значениями. В этом случае распределение гравитационного и геомагнитного поля указывает на ступенчатое распределение геологических структур в сторону погружения кристаллического фундамента. При чем каждая ступенька ведет себя как самостоятельная структура, которая проявляется в распределении поля силы тяжести и геомагнитного поля как это видно из построенных геолого-геофизических разрезов по отдельным опорным профилям. Первый опорный профиль расположен в пределах Бельтауских гор и проходит через Бельтауское и Ялгизтауское месторождения. По опорному профилю приведены результаты гравимагнитной съемки, которые представлены в виде графиков поля силы тяжести и геомагнитного поля. Кроме этих результатов приведены результаты тектонофизического моделирования, которое представлено в виде графиков величины касательных напряжений в бальной системе. Также отмечены зоны растяжения и сжатия, которые установлены в процессе моделирования. Как видно из представленных результатов гравимагнитной съемки и тектонофизического моделирования, известные рудные объекты приурочены к структурам растяжений, которые характеризуются развитием касательных напряжений слабого характера. Изменения, как поля силы тяжести, так и геомагнитного поля носят ступенчатый характер. Причем структуры растяжения, характеризуются слабыми касательными напряжениями, и отмечаются относительно пониженными значениями этого поля силы тяжести, которые примыкают к зоне относительно повышенных значений этого поля. Такое распределение поля силы тяжести говорит о том, что наблюдается инверсия плотностных свойств пород, которые характеризуют совместное присутствие структур растяжения и сжатия. Подобные структуры формируются за счет тектонических процессов, происходящих на определенной глубине, в земной коре. В пределах структуры растяжения образуется серия трещин за счет разуплотнения геологической среды. В тоже время в пределах структуры сжатия наблюдается обратная картина т.е. происходит уплотнение. Такое явление характеризуется развитием касательных напряжений умеренного характера что свидетельствует о развитии уплотнения пород в пределах этой зоны. Рудные объекты тяготеют относительно повышенных значений магнитного поля и в этом аспекте наблюдаем ступенчатое изменение геомагнитного поля в северном направлении. В этом случае инверсия магнитных свойств пород по сравнению с инверсией плотностных характеристик носит обратный характер. Такое поведение геомагнитного поля свидетельствует о том, что при локализации рудного объекта происходит скопление в геологических структурах ферримагнитных минералов. Зоны растяжения и сжатия четко отражаются на специфических распределениях поля силы тяжести, геомагнитного поля, и на величинах касательных напряжений.

Следующий опорный профиль II –II проходит через месторождения: Северный Даугызтау, Рахатское, Даугызтау. (Рисунок 1). По этому профилю представлен геолого-геофизический разрез с элементами тектонофизического строения площади. Месторождение Даугызтау отмечается градиентными изменениями поля силы тяжести и геомагнитного поля, которые отражают инверсии плотностных и магнитных свойств пород, соответствующих зонам растяжений и сжатия. Описанная зона характеризуется относительно пониженными значениями касательных напряжений умеренного характера. В районе месторождения Северный Даугызтау наблюдается развития касательных напряжений слабого характера. Зона оруденения отмечается градиентными изменениями как поля силы тяжести, так и геомагнитного поля.

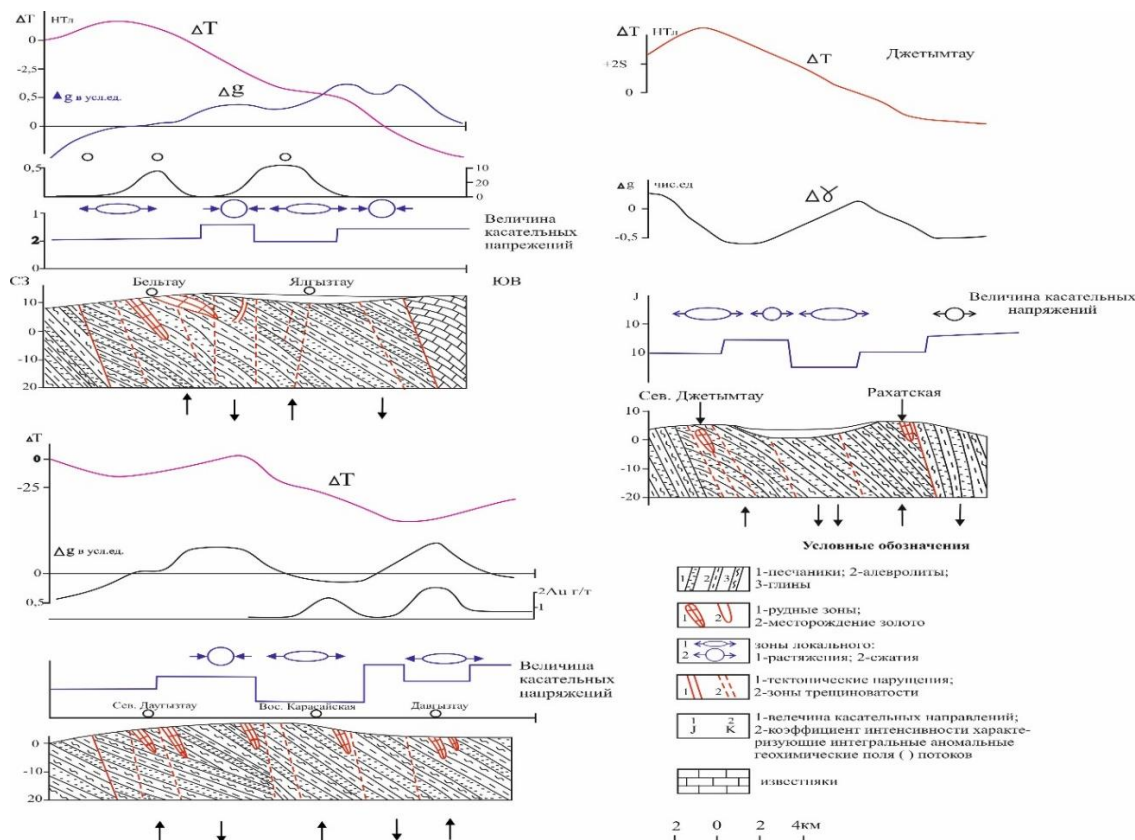


Рисунок 1. Геолого-геофизический разрез с результатами геофизических, тектонофизических и геохимических исследований

Рудное месторождение Северный Даугызтау отмечается градиентными изменениями поля силы тяжести и геомагнитного поля. В этом случае относительно рудоконтролирующего разлома тенденция повышения изменения магнитного поля в сторону локализации рудного объекта. Относительно рудоподводящего разломав сторону Северного Даугызтауского месторождения наблюдаем постепенное увеличение геомагнитного поля, и подобная же картина наблюдается уполя силы тяжести, что согласуется с условиями формирования рудных объектов.

Северно-Карасайское месторождение отмечается относительно минимумом поля силы тяжести и градиентным изменением геомагнитного поля, и оно приурочено к зоне слабых касательных напряжений. В этом случае наблюдаем четкую корреляцию поведения поля силы тяжести и касательных напряжений. Следующий опорный профиль проходит по Джетымтаускому рудному полю и известные месторождения

Северный Джетымтау и Рахатское отмечаются пониженными, относительно пониженными значениями силы тяжести и градиентным изменением геомагнитного поля. Кроме того, эти месторождения приурочены к зонам, где развиваются слабые касательные напряжения. В центральной части рудного поля зона слабых касательных напряжений отмечается положительной аномалией поля силы тяжести и таким поведением гравитационного поля, соответствующим глубинным структурам площади. Так же как на Бельтауской площади, наблюдаем постепенное повышение геомагнитного поля, характеризующее наличие рудного оруденения. Таким образом, по результатам выполненных исследований и по анализу результатов геофизических и тектонофизических работ и так же по анализу известных тектонических нарушений Северо-восточного простирания можно сделать вывод о том, что тектонические нарушения, служащие в качестве рудоподводящих каналов отмечаются в большей степени пониженными значениями поля силы тяжести и геомагнитного поля.

Выводы

- В рудных зонах, находящихся вблизи рудо подводящих тектонических разломов, наблюдается повышение геомагнитного и поля силы тяжести, и указанные зоны приурочены к местам слабых касательных напряжений.

- Вблизи рудных зон чередуются слабые касательные напряжения слабого и умеренного характера. Так же поведение этих напряжений свидетельствует о существовании структур растяжения и сжатия, которые являются составляющими рудо содержащей геологической структуры.

- Рудные зоны приурочены к местам развития слабых касательных напряжений, которые находятся в пределах структуры растяжения. Тогда как структура сжатия характеризуется касательными напряжениями умеренного характера.

- Пространственное распределение величины касательных напряжений и поля силы тяжести четко коррелируется между собой и, следовательно, такая закономерность может быть использована при выявлении рудных объектов.

Библиография

1. Карабаев М.С. Метасоматизм и оруденение Центральных Кызылкумов. / Ташкент: НУУз, 2019 – 176 с.
2. Мамарозиков У.Д. Внутриплитный магматизм и руднообразование Чаткало-Кураминского региона (Срединный Тянь Шань). / Ташкент: Navroz, 2020 – 321 с.
3. Турсунметов Р.А., Абдуллаев Б.Д., Турапов М.К. О совершенствовании методики поисков скрытых рудных месторождений // Геология и минеральные ресурсы. - 2018. - С. 54-63
4. Турсунметов Р.А., Нурходжаев А.К., Турапов М.К. Инновация метода разведочной геодинамики нового формата в целях выявления глубокозалегающих рудных месторождений. // «Материалы Международной научно-практической конференции «Геология Средней Азии: состояние изученности и перспективы развития» : 23 декабря 2021 года / Навои : NAVOIY, 2022. С. 207-215.

Вопросы генезиса золотой минерализации в районе Фьюкшон, центральный Вьетнам Чан В.Т. (МГРИ-РГГРУ, tiendcb@gmail.com), Игнатов П.А (МГРИ-РГГРУ, petrignatov@gmail.com),*

Аннотация

Золоторудные тела в рудниках Байдат и Байго рудного поля Фьюкшон в Центральном Вьетнаме представлены субпараллельными сланцеватости кварц-сульфидными жилами. По анализу газово-жидких включений в кварце они формировались из среднетемпературных газо-гидротерм на больших глубинах и температурой от 300 - 230 °С и до 245 - 185 °С. Изотопный состав серы сульфидов Фьюкшон отличается однородностью и указывает на образование, руд из исходного гидротермального раствора магматического происхождения.

Ключевые слова

Газово-жидкие включения, золото, изотопы серы, центральный Вьетнам.

Теория

В Центральном Вьетнаме известно большое число золоторудных месторождений и имеется значительный потенциал открытия новых объектов [1, 4, 5]. Типичными представителями этого региона являются месторождения рудного поля Фьюкшон провинции Куангнам. В его пределах участок рудников Байдат и Байго расположен в зоне окончания взбросо-сдвига, где протерозой-кембрийские сланцы слагают антиклинальную структуру, осложненную силлами и штоками кембрийских габбро и мелкими штоками позднепалеозойских гранитов.

Для изучения происхождения сульфидной минерализации использованы: геологические карты масштабов 1:50 000 и 1:10 000; анализ 15 прозрачных шлифов и 18 аншлифов; результаты анализа газово-жидких включений в рудном кварце; анализ изотопии сульфидной серы из 30 образцов пирита.

Золоторудное поле Фьюкшон расположено примерно в 6 км к северо-западу от города Хам Дык в центральном Вьетнаме. Оно занимает 60 км² (12x5 км), где обрабатываются два жильных рудных объекта Байдат и Байго (рис. 1).

Центральная часть рудного поля сложена слюдистыми и углеродистыми сланцами, филлитами, мраморами и амфиболитами, которые смяты в сложные складки [1]. Сланцевые и филлитовые пачки слагают обширные выходы на поверхности по всей площади, мраморы и амфиболиты встречаются редко, что подтверждено бурением. Также незначительно распространены дайки, штоки и силлы разного состава от ультраосновных до кислых разностей и связанные с ними роговики. Эти интрузивные тела преимущественно слепые и встречены в скважинах.

В пределах рассматриваемого рудного поля закартирована сложная крупная антиклинальная структура, погружающаяся к северо-северо-востоку [1]. Установлено, что пластичные сланцы относительно больше деформированы, чем менее компетентные амфиболиты, габбро и гнейсы [1].

На западе площади расположены позднепалеозойские граниты, на востоке – протерозой нижнекембрийские гнейсы. Небольшие тела гранитов встречаются и на участке золоторудных объектов, где они пересекаются дайками основных пород.

Результаты петрографического анализа гранитов показывают, что они метаморфизованы в зеленосланцевой фации. Изотопный возраст циркона из них по U–Pb методу оказался 260 млн. лет [5]. Распространение гнейсов комплекса Хам Дык ограничено меридиональным разломом По Ко. Комплекс представлен гранито-гнейсами, гранат-роговообманково-биотитовыми гнейсами и плагиогнейсами. Считается, что породы образовались в результате двух орогенных событий от ордовика до силура и от средней перми до раннего триаса [6]. Сиениты выявлены на северо-востоке рудного поля Фьюкшон. Они редко выходят на поверхность. Породы изменены, поскольку вкрапленники и основная масса частично или полностью замещены хлоритом.

В пределах Фьюкшон закартированы фрагменты региональных разломов северо-западного и меридионального простирания с падением от западного до субвертикального Конг Плонг, По Ко, Хе Рин и К7. Разлом По Ко прослежен по меридиану более чем на 100 км. Он ограничивает блок глубоко метаморфических пород и считается правым взбросо-сдвигом с амплитудой латерального смещения более 30 км [1, 5].

Изучение керна, обнажений и рудных шлифов позволило выделить широко распространенные пирит, халькопирит и пирротин. Меньше распространены графит, рутил, магнетит и гематит. Не часто встречаются арсенопирит, сфалерит, гетит, ковеллин и скородит.

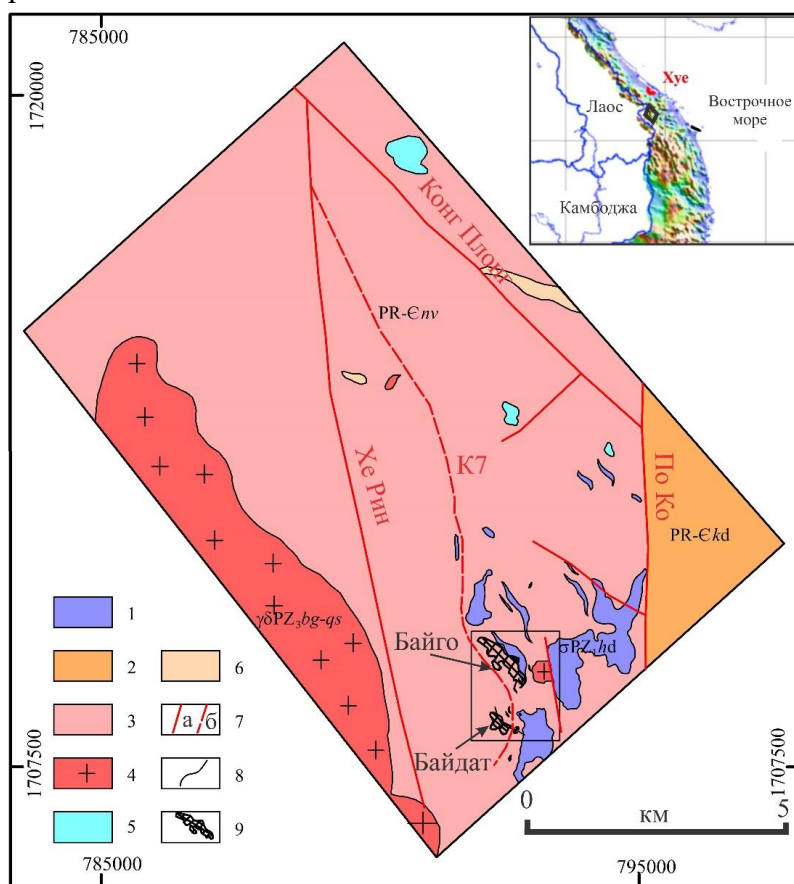


Рисунок 1. Геологическая карта рудного поля Фьюкшон [1, 4]. 1- метагаббро нижнепалеозойского комплекса Хиендык (σPZ_1hd); 2 - гнейсы протерозой-нижнекембрийского комплекса Хам Дык ($PR-Ekd$); 3 - сланцы, филлиты, мраморы и роговики протерозойско-кембрийской толщи Нуйву ($PR-Epv$); 4 - позднепалеозойские граниты Бенжанг–Куешон (PZ_3bg-qs); 5 – андезиты; 6 – сиениты; 7 – разломы (а) - главные; (б) – второстепенные; 8 - геологические границы; 9 – проекции золоторудных жильных залежей.

По результатам анализа газовой-жидких включений в кварце установлено, что рудные минералы образуются в контрастном диапазоне температур от 300 °С до 230 °С и от 245 °С до 185 °С [1].

Сера имеет четыре стабильных изотопа (^{32}S , ^{33}S , ^{34}S и ^{36}S), процентное содержание которых составляет 95,02, 0,75, 4,21 и 0,02 соответственно. Соотношение между двумя наиболее распространенными изотопами ($^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$) часто используется в геохимии. Месторождения, содержащие сульфиды, проявляют способность сохранять первоначальный изотопный состав серы на протяжении большинства постминерализационных процессов, связанных с метаморфизмом и/или деформацией. По этой причине изотопы серы обычно используются в исследованиях месторождений полезных ископаемых для получения информации об источниках серы в рудообразующих флюидах, механизме отложения руд температура среды минерализации, путем измерения коэффициентов фракционирования сосуществующих сульфидов и модельных изотопных значений [2].

Для изотопных анализов использованы: образцы из руд содержащих вкрапленные сульфиды, подготовлены полированные тонкие срезы толщиной 150 мкм, которые были проанализированы с использованием масс-спектрометра VG Micromass SIRA Series II во Вьетнамском Центре геологического и экспериментального анализа г. Ханой, аналитик Н.В.Нам.

Измеренные значения $\delta^{34}\text{S}$ характеризуют изотопный состав серы рудогенерирующих магм. Все данные, полученные из образцов, расположенных в жилах, имеют ограниченный диапазон от -4 до +4 ‰ (рис. 2). Узкий диапазон значений $\delta^{34}\text{S}$, полученных из образцов Фьюкшон, указывает на то, что окислительно-восстановительное состояние флюида было ниже границы $\text{SO}_2/\text{H}_2\text{S}$ (т. е. с преобладанием H_2S , что подтверждается восстановленной сульфидной ассоциацией с преобладанием пирротина и что источник серы во флюиде был изотопно однородным [2].

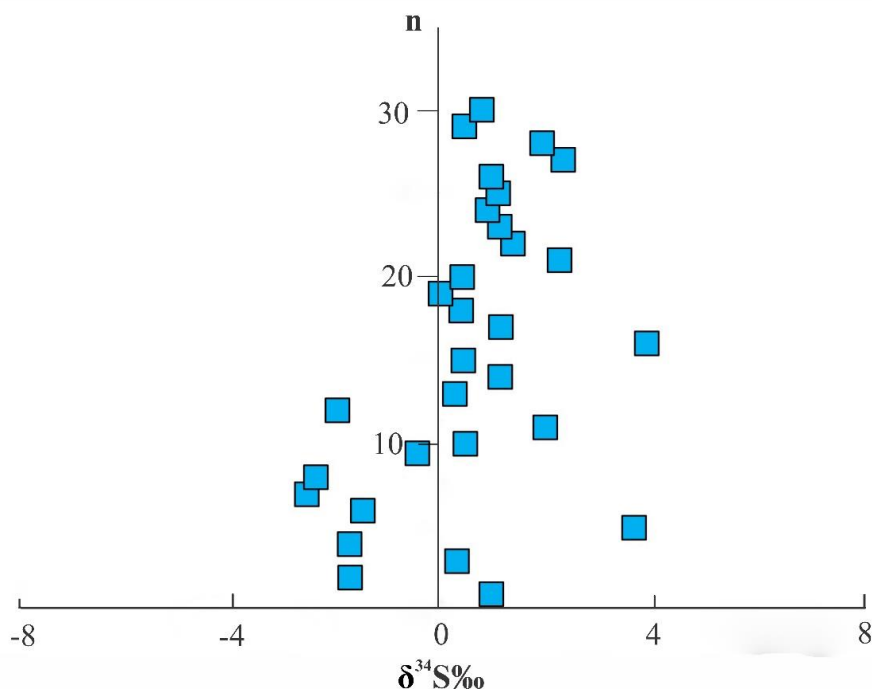


Рисунок 2. График, показывающий значения изотопа серы из пирита Фьюкшон

Сравнение показывает, что в образовании золото-сульфидных руд Байдат и Байго источник серы был магматический, который в целом ограничен диапазоном от -10 до +10 ‰, представленным диапазонами мантии, БСОХ и гранитов (рис. 3).

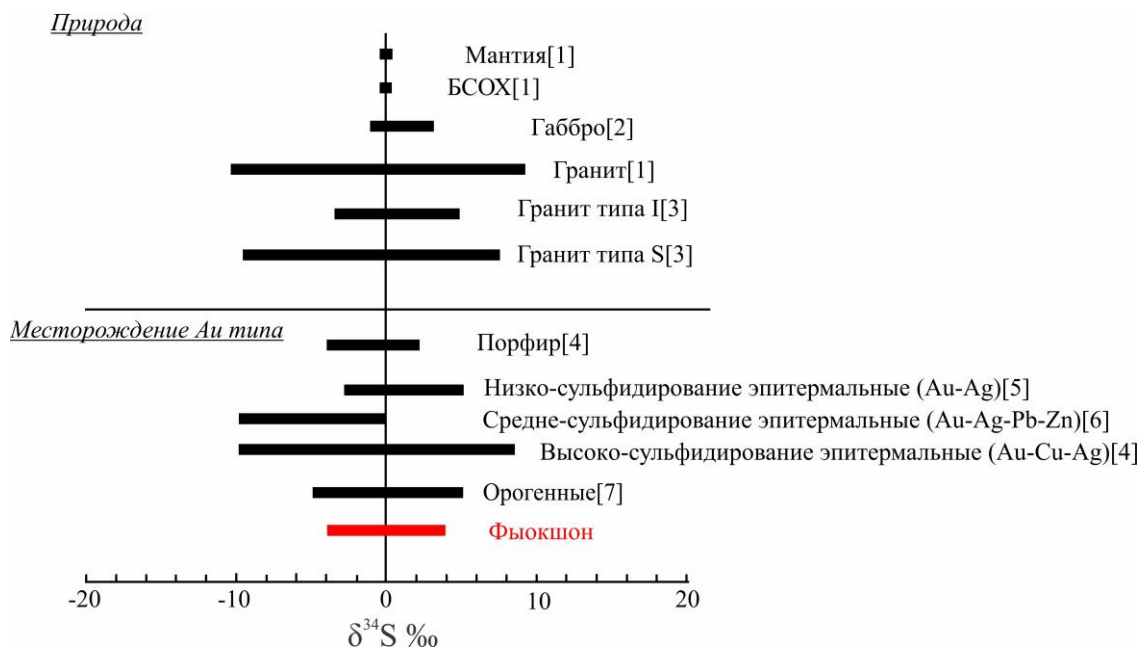


Рисунок 3. Изменение значения $\delta^{34}\text{S}$ в магматической сере месторождениях и природе 1 -7 – богатые серой Ni-Cu- (PGE) месторождение: 1 – Rollinson (1993); 2 – Sasaki and Ishihara (1979); 3 – Coleman (1977); 4 – Cooke and Simmons (2000); 5 – Christie et al. (2007); 6 – Camprubi and Albinson (2007); 7 – Hodkiewicz et al. (2009);

Сравнение изотопных данных серы рудных объекта Байдат и Байго показывает, что изотопные данные серы жильного типа (от -4 до +4 ‰) почти полностью перекрываются с диапазонами всех магматических месторождений, такие как порфировые, эпитеермальные (включая низко-, средне- и высоко-сульфидные) и интрузивные системы. Эти данные свидетельствуют о магматическом происхождении серы рудных объекта Байдат и Байго.

Выводы

Таким образом, минеральный состав руд золоторудного поля Фьюкшон включает гидротермальную минерализацию. Руды сложены сульфидами, образованными в среднетемпературных условиях при участии глубинных флюидов.

Библиография

1. Ле В.Н. и др. Отчет - разведка золота в районе Фьюкшон, коммуна ФьюкДык и коммуна ФьюкСуан, район Фьюкшон, провинция Куангнам, Дананг, 2010. 215 с.
2. Омото Х., Рай Р. Изотопы серы и углерода / в кн. Геохимия гидротермальных рудных месторождений // М.:Мир, 1982, с. 403-450.
3. Фам К. и др. Разломы и вторжения на территорию Вьетнама, обнаруженные в соответствии с интерпретацией геофизических данных. Журнал геологии, Серия В: № 5-6, 1995. 395 с.
4. Ч.Х. и др. Проект «Исследование условий образования и правил распределения редких минералов, связанных с магматической деятельностью в регионах Центрального и Центрального нагорья», Архив геологии, Ханой, 2003. 345 с.
5. Banks M.J., Murfitt R.H., Quynh N.N., Hai L.V. Gold exploration of the Phuoc Son-Tam Ky Suture, central Vietnam, A case study Proceedings of PacRim Congress, Adelaide, 2004. - С. 95-104.

Альтернативная физико-геологическая модель генезиса кимберлитов кратера трубок Анголы Шавьер Л.де Ж.А (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, lucia.xavier@mail.ru), Бондаренко В.М. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, bonvladimir@yandex.ru)*

Аннотация

Представленная физико-геологическая модель состоит из четырех временных стадий генезиса кратерных кимберлитов от разрушения вмещающих пород и их флюидизации до последствий динамометаморфизма, обусловленного внедрением и оседанием магматической колонны. Эта стадийность обосновывается различными корреляционными связями между химическими и физическими параметрами кратерных литотипов.

Ключевые слова

Дробление, флюидизация, кимберлит, динамометаморфизм, корреляционная связь

Целью работы является создание и обоснование динамической физико-геологической модели генезиса кимберлитов кратера и диатремы трубок взрыва, отличающейся от ранее созданных [3,4,6] механизмов формирования кимберлитов и обоснованием этого механизма в виде корреляционных связей между химическими и физическими индикаторами различных типов кимберлитов. Актуальность палеорекострукции генезиса литотипов определяется потенциальной возможностью выявления корреляции между конкретным литотипом и его алмазонасностью.

Основой модели [1] генезиса кратерных пород является динамическая модель образования кимберлитовой трубки. После взрыва парагазовой сферы вблизи земной поверхности происходило формирование литотипов пород кратера трубок в течение свыше 100 млн лет. В кратере возникла замкнутая породообразующая система как результат взаимодействия высокотемпературной и высокобарической парагазовой смеси с раздробленными до разной степени крупности вмещающими породами.

Геодинамические процессы, формировавшие породы трубок, действовали в определенной последовательности. Этот длительный период условно был разделен на несколько стадий.

Первая стадия. Взрыв газового пузыря вблизи земной поверхности вначале сформировал первую фазу – дробление окружающих пород на куски разной крупности, размеры которых увеличивались в радиальном направлении, а также частичный перенос дробленной массы к свободной земной поверхности и в цилиндрическую полость. Высокотемпературная и высокобарическая парагазовая смесь превратила раздробленную массу гнейсов и песчано-глинистых пород в кимберлиты. Раздробленные породы упали на поднимающуюся магматическую колонну и после взаимодействия с магмой превратились в ксенолиты и автолитические кимберлиты. Часть обломков сформировала «пробку», которая предотвратила утечку остальной дробленной массы. Первая стадия формирования кратерных кимберлитов завершилась гравитационным уплотнением пород с образованием депрессионной воронки в контуре кратера.

В течение второй стадии происходило остывание кратерных пород, сокращение объема твердой фазы и, как следствие, увеличение пористости. Вследствие увеличения пористости активизируются процессы выветривания в виде миграции перекрывающих

песчано-глинистых отложений в кратерные породы, положив начало образованию вулканогенно-осадочных пород и межформационных песков, а также выщелачиванию и перераспределению между литотипами легкорастворимых соединений калия и урана. В конце второй стадии магматическая колонна поднялась до уровня кратерных пород. Подъем магматической колонны вплотную к породам фугасной зоны привел к созданию поля давления в кратерных породах, последующему их перемещению, дроблению, привнесу пород капители магматической колонны в область кратера и перемешиванию этих пород с породами кратера.

Третья стадия начинается с внедрения магматической колонны в кратерные породы. К моменту внедрения верхняя часть магматической колонны остыла, по крайней мере, до 300-400°C. Оценка такой температуры следует из факта использования горняками ранее действующих шахт Кимберли (ЮАР) каменного угля из трубок Кимберли для отопления [5]. Вследствие относительно низкой температуры магматической колонны её воздействие на кратерные породы происходило в основном в виде механического смещения, дополнительного дробления, уплотнения, смятия образовавшихся к тому времени литотипов. Внедрение магматической колонны увеличило плотность кратерных литотипов и таким образом замедлился процесс выветривания. В процессе подъема не только магматическая колонна создавала давление на кратерные породы, но и они создавали давление на колонну, разрушая её и замедляя подъем. Обрушившиеся породы колонны поступили в нижнюю часть кратера и изменили состав прилегающих к колонне литотипов. В результате этого процесса в кратерные породы было привнесено глубинное вещество и минералы. В конце третьей стадии происходит остывание магматической колонны до температуры окружающих кратерных пород, сопровождающееся диаметральным и высотным сжатием колонны, то есть произошла подготовка к оседанию магматической колонны. Тепловые потоки остывающей колонны стимулировали процессы выветривания и метаморфизма паром и нагретыми водами. Создаваемые поднимавшейся магматической колонной давления привели к развитию динамометаморфизма, который проявился в виде уплотнения комплекса вулканогенно-осадочных литотипов и дополнительного дробления кимберлитовых брекчий. Поднятие магматической колонны завершилось на высоте около 0,5 радиуса кратерной воронки вследствие превышения веса и силы трения магматической колонны над давлением вещества в материнском очаге её зарождения. Поднявшаяся магматическая колонна на месте ранее существовавшей депрессии сформировала возвышенность с вершиной на оси кратера. Третья стадия завершилась окончанием подъема и внедрения в кратерные породы магматической колонны.

В начале четвертой стадии происходит остывание магматической колонны до среднегодовой температуры вмещающих пород, её сжатие по диаметру и высоте и ее погружение (оседание) примерно на 150 м. Процесс оседания кимберлитового тела сопровождался образованием зон дробления в пределах диатремы, и кольцевых зон дробления пород в кратере. Наличие крутопадающих к вертикальной оси тела контактов кимберлитовых пород с вмещающими также подтверждает процесс оседания диатремы.

Для четвертой стадии характерно интенсивное опускание магматической колонны, сопровождающееся появлением цилиндрической вертикальной структуры, симметричной относительно оси трубки. Активизировались процессы проседания пород с образованием своеобразной чаши, постепенно заполнившейся межформационными песками, погружением комплекса вулканогенно-осадочных пород в виде синклинали структуры. Оседание колонны стимулировало оползневые процессы в породах, направленные к оси трубки, зафиксированные в виде зеркал скольжения. Оползневой процесс привел к образованию конусообразной структуры, проявившейся вблизи кратерной границы и зафиксированной в процессе геологической

и радоновой съемок в карьере трубки Катока и других. Кратерная «чаша» превратилась в своего рода сосуд с водоупорными горизонтами из пирокластического кимберлита с прослоями аргиллита и заполнилась слабоминерализованными поверхностными водами. Поверхностные воды проникали по цилиндрическому и конусообразному разломам вглубь кратерных отложений, образуя более или менее водонасыщенные горизонты, границы которых отчетливо картируются пониженными и повышенными электрическими сопротивлениями по данным электрокаротажа.

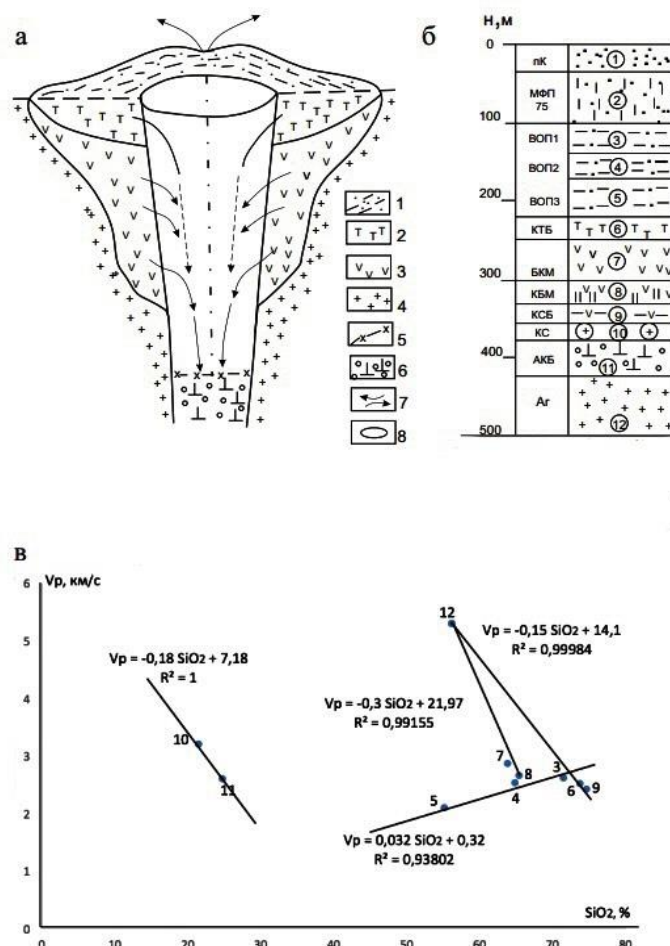


Рисунок 32. Алмазоносная трубка Катока. а – палеорекострукция вывала первородных кимберлитов после взрыва газового пузыря около 110 млн лет назад; 1- вулканогенно-осадочные кимберлиты перекрывающих пород, 2- кимберлитовые туфы, 3- кимберлитовые брекчии вмещающих пород, 4- вмещающие породы, 5- геологические границы, 6- капитель магматической колонны, 7- выбросы и вывалы кимберлитов, 8- контур газового пузыря; б – современные литотипы кимберлитов [8], цифры в кружках: 1-песчано-глинистые отложения Калахари (пК), 2- межформационные пески (МФП), 3,4,5- комплекс вулканогенно-осадочных кимберлитов (ВОП1, ВОП2, ВОП3), 6- кимберлитовые туфобрекчии (КТБ), 7,8- кимберлитовые брекчии массивные (КБМ1, КБМ2), 9- кимберлитовые брекчии слюдяные (КСБ), 10- ксенолиты (КС), 11- автолитовые кимберлитовые брекчии (АКБ), 12- архейские гнейсы (Ар); в – корреляционные связи между скоростью продольной сейсмической волны Vp и SiO₂.

Линейные корреляционные зависимости содержаний химических индикаторов (оксидов) вулканогенных и пирокластических кимберлитов трубки Камафука-Камазамбо от глубины залегания характеризуются резким изменением градиента содержания оксидов (не только по величине, но и по математическому знаку «+» или «-

«) в современном интервале глубин 25-45 м. Этот факт может быть интерпретирован как местоположение взрыва газового пузыря, а изменение знака градиентов содержания оксидов в верхнем полупространстве как выдавливание оксида SiO₂ перекрывающих пород другими оксидами, поступившими из вмещающих гнейсов в процессе взрыва.

Модель формирования литотипов кимберлитов трубки Катока включает смешивание выпавших первородных кимберлитов из стенок канала в цилиндрическую полость и магматическую колонну (рис. а) и образовавших через 110 млн лет современных литотипов кимберлитов (рис. б). Интенсивная флюидизация, произошедшая в этот же момент, привела кимберлиты к различным агрегатным состояниям, которые в настоящее время идентифицируются как застывший расплав (литотипы 3, 4, 5 на рис. в), аморфно-кристаллические (7, 8 и 6, 9) для кратерных кимберлитов и кристаллические (литотипы 10, 11). Эти агрегатные состояния подтверждаются корреляционными связями между скоростями продольных сейсмических волн V_p и оксидом SiO₂, подобными полученным ранее.

В заключение отметим, что основным процессом формирования кратерных кимберлитов является взрыв парогазовой высокотемпературной и высокобарической смеси вблизи границы между перекрывающими песчано-глинистыми отложениями и коренными кристаллическими гнейсами. В меньшей степени на формирование кратерных кимберлитов оказал влияние динамометаморфизм, стимулируемый внедрившейся в ранее образованные кратерные кимберлиты магматической колонной. Вследствие вывала образовавшихся после взрыва кимберлитов в цилиндрическую полость и последующего механического воздействия внедрившейся магматической колонны произошло перемешивание кимберлитовых литотипов. Распределение смеси кимберлитов в пределах кратера подчиняется линейной либо параболической закономерности. Первородные кимберлиты в течение всего времени существования подвергались дополнительному, но менее эффективному физико-химическому воздействию – выветриванию.

Библиография

1. Бондаренко В.М., Шавьер Л. Динамическая модель образования кимберлитовых трубок взрыва. // Тез. докладов на конф. Новые идеи в науках о Земле. Т. 7. 2019. С. 349-352. //www.mgri.ru.
2. Магид М.Ш. Зависимость упругой характеристики магматических и метаморфических пород от их состава и строения. В кн. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых. М., Недра, 1984, С. 94-98.
3. Первов С.В., Сомов А.В., Коршунов Е.В. и др. Кимберлитовая трубка Катока (Республика Ангола): Палеовулканологическая модель формирования. // Геол. рудн. месторождений, 2011, том 53, № 4, С. 330-345.
4. Портнов А.М. Кимберлиты – мантийные флюидизиты. // Природа, 2001, № 12, С.42-48.
5. Харьков А.Д., Зинчук Н.Н., Крючков А.И. Коренные месторождения алмазов мира. М.: Изд. Недра. 1998. 555с.
6. O.V. Lunina, A. S. Gladkov, D. P. Gladkochub, and othes. The evolution of the crustal stress state of the Catoca kimberlite pipe area (northeastern Angola). // Geodynamics and Tectonophysics 2018, Volume 9, Issue 3, Pages 827-854.

Полосчатые докембрийские кремнисто-железистые формации Западно-Африканского кратона Эвбек А. (МГРИ, salha19957@gmail.com) Верчеба А.А. (МГРИ, verchebaaa@mgi.ru)

Аннотация

Полосчатые докембрийские железистые формации изучены в недрах Регибатского щита, который занимает северную часть территории Западно-Африканского кратона на территории Мавритании. Щит сложен метаморфическими породами, архейскими ортогнейсами и палеопротерозойскими гранитами. Новые радиоизотопные, химические данные, прямые геологические наблюдения меняют представления о возрастных рамках, палеогеографии, климатических условиях осадконакопления полосчатых кремнисто-железистых образований и параметрах отдельных бассейнов железистой седиментации.

Ключевые слова

Западно-Африканский кратон, Регибатский щит, полосчатая железисто-кремнистая формация пород.

Теория

Распространенность кремнисто-железистых кварцитов охватывает временной интервал от архея до палеозоя [2], в течение которого было отложено и сохранилось не менее 100 трлн. тонн металла [1]. Хотя утверждения о большом масштабе накопления железистых кварцитов может отражать только современное состояние ресурсов и имеющихся о них сведениях.

В докембрии месторождения образовались между 2,75–2,45 и 2,0–1,5 млрд лет. Эти два временных события генерации железорудных формаций соответствуют главным эпизодам мантийных плюмов. Месторождения формировались в субаквальных зонах у границ континентов, и их размещение контролируется мантийно-плюмовыми событиями, которые происходили при быстром росте земной коры

Период в истории Земли от 2,4 до 1,8 млрд. лет назад был эпохой в перемене химического состава атмосферы.

Полосчатые докембрийские железистые формации локализованы и в породах фундамента Западно-Африканского кратона, который охватывает территорию северной части Африканского материка (рис. 1).

В составе метаморфических пород установлены железистые кварциты, слюдястые сланцы, гнейсы (в том числе амфиболиты). Нижний протерозой состоит из вулканогенно-осадочных пород и гранитов и залегает со структурным несогласием на породах архея.

Для ортогнейсов гранитоидного состава Регибатского щита по данным определения U/Pb в цирконах, установлен возраст 3542 ± 11 млн.лет, что являются основанием для отнесения этих пород к раннеархейским.

Следует отметить, что эти породы являются самыми древними из всех образований, обнаруженных в северо-западной Африке [4].

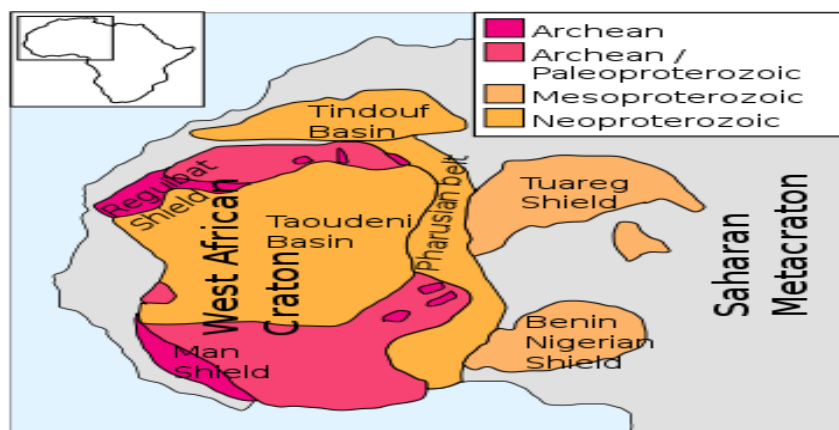


Рис. 1. Тектоническая схема Западно-Африканского кратона

Кремнисто-железистые формации относятся к трем основным типам:

- Альгома (преимущественно архей, большой вклад вулканогенных процессов),
- Сьюпериор (нижний протерозой, без существенного участия вулканогенного фактора),
- Рапитан (верхний протерозой, ледниковые условия седиментогенеза?).

Алгома. Тип алгомы представляют собой линзовидные отложения железа, которые связаны с вулканическими породами и турбидитами. Ресурсы железа в этом типе редко превышает 1010 тонн. Мощность железосодержащих отложений колеблется в пределах 10-100 метров. Отложение происходило в бассейнах островной дуги и внутрикратонных рифтовых зонах.

Сьюпериор - это большие, мощные, обширные залежи железо-кремнистых отложений на стабильных шельфах и в широких океанических бассейнах. Общие ресурсы железа в этом типе класса превышает 1013 тонн. Они простираются более чем на 10 км². Отложения происходят в относительно мелководных бассейнах условиях трансгрессий морей.

Рапитан. Эти типы отложений связаны с гляциальными образованиями архея и раннего протерозоя. Тип Рапитан отличается тем, что гидротермальный вклад оказывает заметно меньшее влияние на химический состав редкоземельных элементов в этой формации, чем в других формациях за этот период времени.

На территории Мавритании метаморфические и магматические кристаллические породы фундамента обнажены в виде выступов Кениеба и Кайес, участков более древних пород, окруженных более молодыми породами. В них проявлены признаки множественных фаз деформации и внедрения орогенных гранитов, возраст которых составляет 2,05 миллиарда лет, что соответствует по времени раннепротерозойскому Эбурнейскому орогенезу..

Геологи обнаружили гальку микросиенитов и микрогранитов в базальном конгломерате разреза, который образует нижнюю часть метаосадочной толщи, возможно являющейся остатками даже более древних архейских пород

Древнейшие кристаллические породы архейского возраста фундамента Регибатского щита почти полностью сильно метаморфизованы. К ним отнесены к серии пород, включающей гнейсы, обогащенные, гранатом, гиперстеном и силлиманитом, а

также амфиболиты, кварциты и мраморы и серпентинизированные базальты, анартозиты, габбро.

Щит Регибат разделен на два основных геотектонических блока – западный и центральный:

- архейский блок Амсага представляет собой юго-западную часть щита Регибат. На юге тектонический блок ограничен аллохтонной цепью мавританид, на востоке - бассейном Таудени, для которого характерны неопротерозойские породы девонского возраста, на западе - прибрежный бассейн.

Блок горных пород Амсага, состоящий из гнейсов, датированных 3,5 млрд. лет, испытал тектономагматическую активизацию 3,3; 3,0 и 2,7 млрд. лет [4]. В строении гранитогнейсовых куполов принимают участие породы тоналит-трондьемит-гранодиорит (TTG) серии пород, окруженные зеленокаменными поясами, включающими множество литологических разновидностей базитового/ультрабазитового состава.

Центральный тектонический мегаблок, сложенный палеопротерозойскими массивами, состоящими в основном из гранитоидов с геологическим возрастом 2,2 и 2,1 млрд. лет, с которыми связаны некоторые реликты архейской коры (2,7 млрд. лет). Эти массивы горных пород частично переработаны в палеопротерозойское время проявлением крупного орогенеза 2,09 млрд. лет.

Более поздние орогенные этапы (панафриканский, варисский альпийский), за исключением самой западной части Мавритании (мавританиды), на которой расположены панафриканские и варисские террейны, не затрагивали докембрийские комплексы пород.

Породы кремнисто-железистой формации слагают собой крупный металлогенический таксон, который приурочен к щиту Регибат и состоит из железистых-полосчатых образований докембрийских серий Тирис и Коедиа-Иджилл.

Металлогенический пояс кремнисто-железистых полосчатых образований формации (BIF) Тирис и Коедиа-Иджилл приурочен к северо-западной границе щита Регибат. Отложения формации Тирис считаются метаморфизованными обломочными отложениями, соответствующими архейским породам типа «Альгома». Месторождения железа формации Коедиа-Иджилл представляют собой отложения типа «Сьюпериор», которые образовались в протерозое после образования месторождений железа формации Тирис в архее.

Марганцевые минералы редки. Мощность отложений минерализованной линзы железистых кварцов около 100 м, протяженностью около 1 км. Каждое месторождение содержит железную руду в больших объемах.

Нами выделены три типа промышленных руд в породах ПЖФ:

1-магнетитовый в железистых кварцитах (содержание Fe 27-45%),

2-гематит-мартитовый в железистых кварцитах и сланцах;

3-гематит-гётитовый в железистых кварцитах (содержание Fe 50-64%).

Практически все отложения, датируемые докембрием (до 2,1 млрд лет), относятся по возрасту к полосчатым железистым формациям, как и железорудные залежи формации Тирус с возрастом не менее 2,0 млрд. лет.

Формирование рудовмещающих пород полосчатой кремнисто-железистой формации охватывает длительный период архейского времени, начиная от гранитизации региона, образования гранитогнейсовых куполов и коры энсимантического типа 2,8 млрд. лет тому назад. В неоархее был проявлен субаквальный базальтоидный вулканизм (2,2 млрд. лет) с формированием зеленокаменных пород, который постепенно завершился образованием полосчатых кремнисто-железистых отложений в условиях океанического осадконакопления. В последующем (2,1 млрд. лет) при проявлении процессов тектоно-магматической активизации и воздымании территории происходили процессы выветривания и окисления пород с образованием полимиктовых конгломератов за счет эрозии гранито-гнейсов и зеленокаменных пород

Выводы

Согласно данным Геологической службы США, Мавритания является пятнадцатым по величине производителем железа в мире и в настоящее время имеет около 1,1 миллиарда тонн запасов сырой руды.

Истощение богатых руд в последние годы привело к разработке ряда новых проектов, ориентированных на низкосортные магнетитовые руды в полосчатой железной формации типа Альгома, с содержанием в руде примерно 35 % Fe.

Эти объекты имеют экономическое значение в составе минерально-сырьевой базы Мавритании, ресурсный потенциал которых оценивается в 10 млрд. тонн. Месторождения пространственно и генетически связаны с ареалом распространения докембрийских пород, относящихся к полосчатой кремнисто-железистой формации магнетит-гематитовых руд.

Библиография

1. Джеймс Г.Л. Симс П.К. Докембрийские железорудные формации мира . М.: Мир. 1975. – 370 с.

2. Домарев В.С. Формации рудных месторождений в истории земной коры. Л.: 1984. – 168 с.

3. Хейзен Р. История Земли: от звездной пыли – к живой планете. М.: Альпина нон-фикшн. 2018. – 458 с.

4. Potrel A. et al. 3,5 Ga old terrains in the West Africa Craton, Mauritania. J.Geol. Soc. London, 1996.

Секция №2. Общая геология и геологическое картирование.

Особенности геологического строения Балтийского щита и Каледонского пояса складчатости. Абрамов А.М. (РУДН, 1142220045@pfur.ru)*

Аннотация

Статья дает геологическую характеристику Балтийского (Фенноскандинавского) щита и Каледонского пояса складчатости, предлагает вариант разделения пород щита по комплексам на основании их петролого-геохронологических особенностей. По описанным особенностям делается вывод о геологическом развитии территории.

Ключевые слова

Общая геология, геологическое картирование, Балтийский щит, Каледонский пояс складчатости, докембрийские породы.

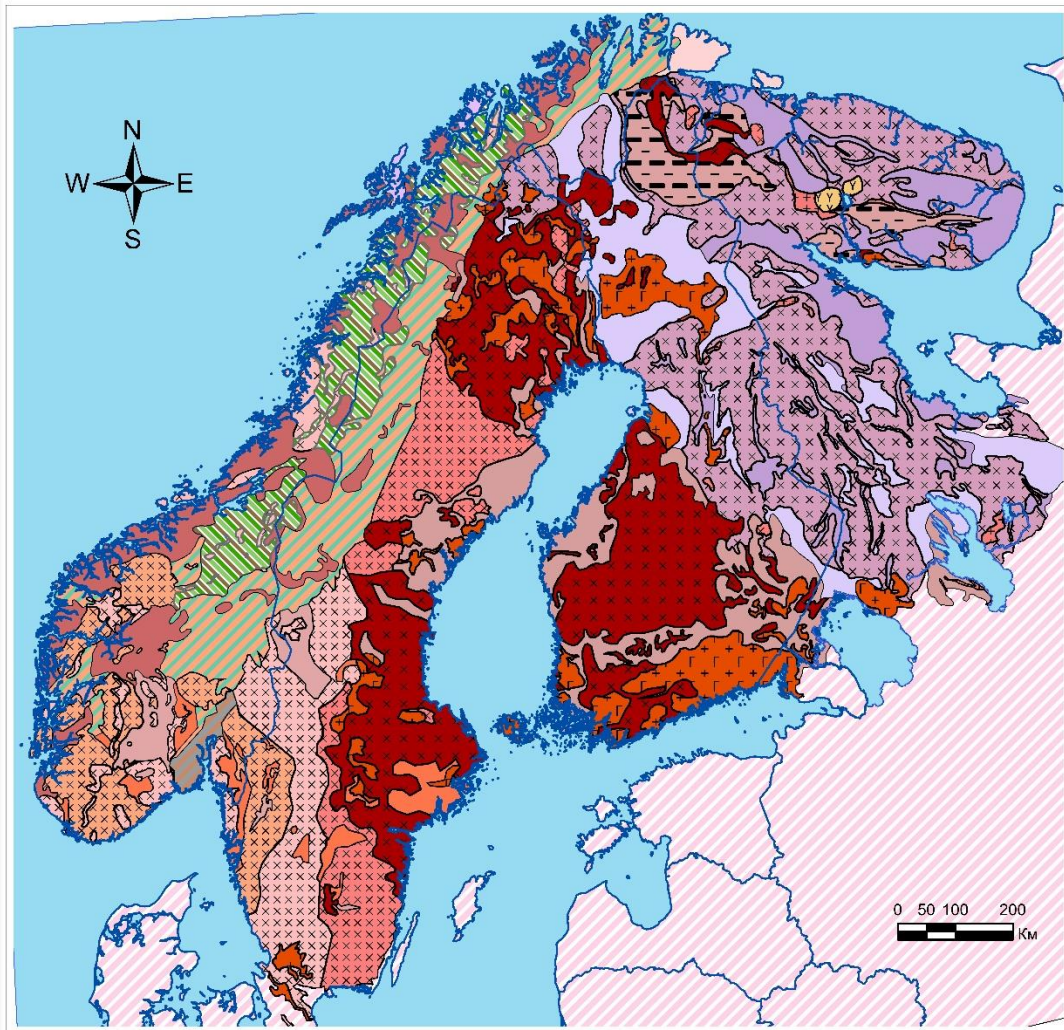
Введение

Балтийский (или Фенноскандинавский) щит представляет собой складчатое поднятие кристаллического фундамента Восточно-Европейской платформы. Он располагается в северной Европе, на территории Кольского и Скандинавского полуостровов. На западе граничит с Каледонским поясом складчатости, на юго-востоке – с фанерозойскими и верхнепротерозойскими осадочными отложениями Русской плиты, а с юга и с северо-востока омывается морями.

По возрасту пород Балтийский щит можно разделить на три субмеридионально простирающихся региона: средне- верхнепротерозойский (свеконорвежский), нижнепротерозойский (свекофеннский) и архейский (карельско-кольский). Западная окраина щита скрыта под автохтонными и аллохтонными комплексами норвежских каледонид, однако докембрийские породы Фенноскандии выходят на дневную поверхность в тектонических окнах каледонского орогена. [5]

Архейский регион

Архейские породы слагают северо-восточную часть Фенноскандинавского щита. Архейский регион подразделяется на три основные провинции: Кольскую, Беломорскую и Карельскую. [4] Кольская провинция представлена преимущественно ниже- и среднелопийскими (3,2–2,8 млрд лет) измененными вулканогенно-осадочными породами, верхнелопийскими (2,8–2,5 млрд лет) комплексами магматических и метаморфических пород, а также нижекарельскими (2,3–1,9 млрд лет) комплексами гранулитов, амфиболитов, отдельными гранитоидными телами карельского возраста и Хибино-Ловозерским плутоническим щелочным комплексом девон-каменноугольного возраста. [2] Беломорская провинция включает в себя комплексы лопийских гранитоидов и супракрустальных пород (т. е. измененных вулканических и вулканогенно-осадочных). Карельская провинция в центральной части состоит из комплексов верхнелопийских глубинных магматических и инфракрустальных пород. Вдоль западной и восточной границ прослеживаются супракрустальные и метаосадочные комплексы карельского возраста. [6]



1:10 000 000

1 cm = 100 km

Условные обозначения

	0.35-0.51 млрд лет, Магматические		1.71-1.66 млрд лет, Интрузивные и метаморфические
	0.41-0.36 млрд лет, Нефелиновый сиснит		1.82 - 1.76 млрд лет, Интрузивные
	0.49-0.36 млрд лет, супракrustальные породы		1.85-1.75 млрд лет, Граниты и пегматиты
	0.53-0.42 млрд лет, Интрузивные каледониды		1.95-1.85 млрд лет, метаосадочные
	0.6-0.42 млрд лет, конт.окраина щита		1.96-1.86 млрд лет, Интрузивные
	0.6-0.53 млрд лет, Осадочные породы		2.3-0.9 млрд лет, конт.окраина щита
	1-0.6 млрд лет, Осадочные		2.3-1.9 млрд лет, Гранулиты и амфиболиты
	1.5-1.2 млрд лет, Метаосадочные и осадочные		2.5-1.96 млрд лет, Супракrustальные метаосадочные
	1.61-1.56 млрд лет, Интрузивные и метаморфические		2.8-2.5 млрд лет, Интрузивные породы
	1.65-1.47 млрд лет, Интрузивные и их метанало		3.2-2.5 млрд лет, конт.окраина щита
	1.66-1.6 млрд лет, Супракrustальные породы		3.2-2.8 млрд лет, супракrustальные породы

Рисунок 33. Геологическая карта Балтийского щита и пояса каледонской складчатости, составленная по данным Геологической службы Финляндии. [7]

Нижнепротерозойский регион

Породы нижнепротерозойского (карельского) возраста слагают расположенный в центральной части Балтийского щита Свекофеннский регион. На основании их петролого-геохронологических характеристик можно выделить следующие комплексы: верхнекарельские (1,96–1,86 млрд лет) интрузивные породы и их метаморфизованные аналоги, верхнекарельские (1,95–1,85 млрд лет) метаосадочные породы, верхнекарельские (1,82–1,76 млрд лет) интрузивные породы, верхнекарельские (1,71–1,66 млрд лет) метаморфические и интрузивные породы. [3] Помимо нижнепротерозойских комплексов, в Свекофеннском регионе ограничено представлены и нижнерифейские (1,65–1,47 млрд лет) интрузивные породы (преимущественно гранитоиды и габброиды) и их метаморфизованные аналоги, а также супракрустальные комплексы верхнекарельско-нижнерифейского (1,65–1,47 млрд лет) возраста. [3]

Верхне-среднепротерозойский регион

Расположенный на юго-западе Балтийского щита Свеконорвежский регион сложен рифейскими гранитоидами, диоритами, габброидами, их метаморфическими аналогами. Возраст этого комплекса составляет от 1,56 до 1,61 млрд лет. Помимо комплекса интрузивных пород, в регионе также можно выделить комплекс метаморфизованных осадочных пород возрастом от 1,2 до 1,5 млрд лет. [7]

Каледонский пояс складчатости

Каледонский пояс складчатости представляет собой граничащую с Балтийским щитом горную гряду, тянущуюся более чем на 1,5 тыс. км вдоль северо-западного берега Скандинавского полуострова. Сложен пояс преимущественно супракрустальными породами нижне- и среднепалеозойского возраста (490–360 млн лет), характерными для континентальной окраины породами вендского и раннепалеозойского возраста (600–420 млн лет). Эти породы прорываются кембрий-силурийскими интрузиями гранитоидов, диоритов и габброидов. Их возраст колеблется от 420 до 530 млн лет. Отдельно можно выделить палеорифт Осло, состоящий из вулканических и интрузивных комплексов позднего карбона – раннего триаса, внедренных в толщи кембро-силурийских отложений (сформированных в период 540–420 млн лет назад). [1] Кембро-силурийские осадочные породы первоначально отлагались в бассейнах на поверхности древних горных пород фундамента, но впоследствии были деформированы во время Каледонской складчатости и сохранены при образовании рифта. [1]

Выводы

Разделение Фенноскандии на регионы по геохронологическому признаку позволяет проследить закономерное уменьшение возраста горных пород при движении с запада на восток и прийти к выводу о геологическом развитии щита: щит наращивался от архейского ядра (древнее 3 млрд лет), располагавшегося в районе современной финско-российской границы, на запад, с палеопротерозойскими гранит-зеленокаменными поясами, образованными в протерозое (2,5–1,8 млрд лет назад) [1].

Библиография

1. Бойд Р. и др. Полезные ископаемые в Арктике. Ознакомление. НГУ – Геологическая служба Норвегии. 2016
2. Тугаринов А.И., Бибилова Е.В. Геохронология Балтийского щита по данным цирконометрии. Москва, Наука. 1980.
3. Bergman, S. et al. Timing of Palaeoproterozoic intra-orogenic sedimentation in the central Fennoscandian Shield; evidence from detrital zircon in metasandstones. *Precambrian Research* 161, 231–249. 2008.
4. Eilu, P. Mineral deposits and metallogeny of Fennoscandia. Geological Survey of Finland, Special Paper 53. 2012.
5. Gafil, G. and Sundblad, K. Metallogeny of gold in the Fennoscandian Shield, *Mineralium Deposita* 25 [Suppl] S 104-S 114. 1990.
6. Heilimo, E. et al. Single-grain zircon U-Pb age constraints of the western and eastern sanukitoid zones in the Finnish part of the Karelian Province. *Lithos* 121, 87–99. 2011.
7. Koistinen, T. et al. Geological map of Fennoscandian shield, scale 1:2 000 000. Geological Surveys of Finland, Sweden, Norway, and North-West Department of Natural Resources of Russia. ISBN 951-690-812-8. 2001.

Закономерности геологического строения Оренбургской структуры (Оренбургское НГКМ) с позиции нелинейной геодинамики. Корнилова Н.В. (ИПНГ РАН, nataliakornilova@rambler.ru), Казанкова Э.Р. (ИПНГ РАН, Elvira.kazankova@mail.ru)*

Аннотация

Проведено структурно-геодинамическое исследование геологической среды Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения (ОНГКМ). На центральном куполе установлены: участки неустойчивого состояния геолого-геофизической среды, возможной локализации газа, направления возможных вертикальных и латеральных перетоков газа.

Ключевые слова

Оренбургское нефтегазоконденсатное месторождение, геодинамика, поля напряжений.

Источники финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № FMME-2022-0004, 122022800270-0.

Теория

В основе исследований лежит структурно-геодинамический метод выявления закономерностей геологического строения и напряженно-деформированного состояния нефтегазоносных территорий, базирующийся на геодинамическом анализе неустойчивого состояния геолого-геофизической среды, обусловленного спиралевидно-скручивающим движением масс Земли [2]. В условиях несовпадения поступательного

смещения твердых, жидких и газообразных масс Земли с ее вращением возникают разноуровневые и разномасштабные пространственно-временные структуры. Эти структуры представляют собой вложенные друг в друга эллипсоидные сегменты, адекватные ранжированию геологической среды на подвижные блоки, соответствующие ее напряженно-деформированному состоянию. Эллипсоидная форма блоков земной коры при движении способствует их поворотам и одновременному образованию на их границах ротационных сдвигов, сдвига-раздвигов, сдвига-надвигов, надвигов, взбросов и сбросов. Структуры такого типа наблюдаются повсеместно [3].

На протяжении последних десятилетий геодинамические исследования существенно изменили не только представления о строении, эволюции и нефтегазоносности осадочных бассейнов в целом, но и для конкретных месторождений углеводородов. Ранее, на основе анализа современных нелинейных геодинамических процессов, происходящих в коре и мантии, была составлена геодинамическая карта Восточно-Европейской платформы и сопредельных территорий масштаба 1:5 000 000 [2,3]. В глобальном масштабе, на основе оценки геодинамической неустойчивости геолого-геофизической среды, было установлено, что Оренбургская структура (Оренбургское НГКМ) расположена на территории условно геодинамической устойчивости.

При интерпретации имеющейся геолого-геофизической информации и структурных построений создана, в масштабе 1: 1 000 000, геодинамическая карта-схема западной части Оренбургской области (рис.1). На ней изображена структура поля напряжений в системе взаимодействия 120-километровых блоков земной коры. В региональном плане, с позиции нелинейной геодинамики Оренбургская структура находится в зоне действия восходящего вектора поля напряжений, действующего с глубины 180 км. Ранее было установлено, что в аналогичных геодинамических условиях расположено Астраханское газоконденсатное, Восточно-Перевальное нефтяное и Анастасиевско-Троицкое нефтегазоконденсатное месторождения.

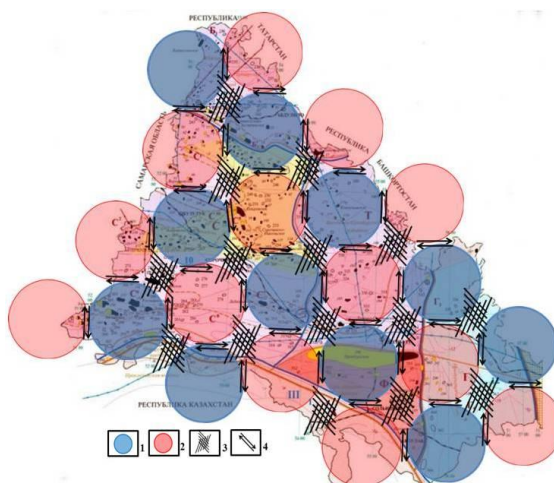


Рисунок 1. Геодинамическая карта-схема: Западной части Оренбургской области (Казанкова Э.Р., Корнилова Н.В., 2023 г., составлена на основе [4]): 1 – участки действия преимущественно восходящего вектора поля напряжений, действующего с глубины 180 км; 2 – участки действия преимущественно нисходящего вектор поля напряжений; 3 – участки, сопредельных территорий, спокойного залегания осадочной толщи для данного масштаба исследований; 4 – участки одновременного сжатия и растяжения со сдвига-надвиговыми деформациями

В тектоническом отношении Оренбургская геологическая структура приурочена к зоне сочленения Волго-Уральской антеклизы с Прикаспийской впадиной и Предуральским прогибом. Структуру обрамляют разломы с хорошо выраженными в рельефе семействами с псевдо-спиралеобразными ортогональными, выпуклыми и вогнутыми формами. Оренбургское НГКМ находится во внешней приподнятой зоне разлома и приурочено к Оренбургскому валу в северной части Соль-Илецкого выступа фундамента. Район месторождения характеризуется сложной и напряженной тектонической обстановкой. На этой территории основной срыв происходил по границе фундамента и залегающих в ядре вала сильно дислоцированных пород ордовика, причем в сторону северного крыла вала надвиг выкручивается и переходит во взброс; следующая поверхность срыва приурочена к подошве кунгурских солей.

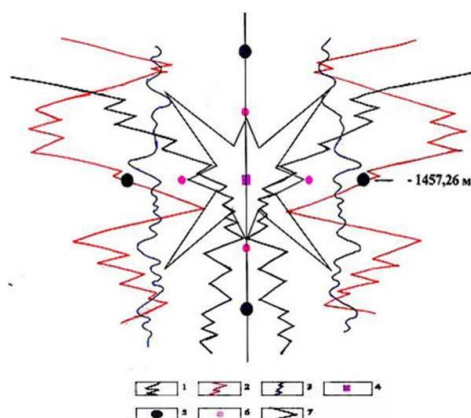
Месторождение представляет собой систему, как результат пространственно-организованных геодинамических процессов. В результате построения структуры поля напряжений Центрального купола ОНГКМ установлено, что купол сформирован в условиях действия преимущественно восходящего вектора с глубины более 10 км. Определены подсистемы главной системы напряжений более низких порядков, приуроченных к глубинам 2520; 1260,3; 630,15; 315; 157,5; 78,76 метров и т.д., и нулевой отметке относительно уровня моря. В полях напряжений разных рангов в пределах Центрального купола ОНГКМ установлены области геодинамической неустойчивости, приуроченные к областям пересечения векторов максимальных и минимальных напряжений.

Области между участками пересечения векторов максимальных и минимальных напряжений являются наиболее благоприятными для аккумуляции углеводородов геодинамическими ловушками. Самыми благоприятными для локализации газа являются отложения на глубине 1575,3 метров, между точками пересечений максимальных и минимальных векторов поля напряжений, действующих одновременно на одном уровне, но с разных глубин, что подтверждается исследованиями ГИС. На этой же глубине, на основе имеющейся информации, установлено, что контролируемые векторами, геодинамически активные зоны характеризуются повышенной трещиноватостью. Особенности флюидодинамики залежей ОНГКМ имеют сходство с поведением флюидного режима геологических структур, исследованных ранее [2,3].

Участки пересечения векторов максимальных и минимальных напряжений формируют и контролируют геодинамически активные зоны, с ними связаны вертикальная и горизонтальная миграция газа. Проходя, через точки пересечения главных векторов поля напряжений флюид может перемещаться вверх, вниз по разрезу и по латерали, образуя закономерный, мозаичный рисунок. Кроме перетоков по вертикали и латерали флюид может распространяться по объему в зоне действия касательных векторов поля напряжений. Кроме того, в разрезе эти участки характеризуются изменением фациального (наблюдается замещение проницаемых пород плотными разностями) или литологического состава пород (увеличение глинистости пласта, а в некоторых случаях полное его замещение), что подтверждается исследованиями в скважине 101-Д, где точкам пересечения векторов поля напряжений, действующих в разрезе с глубины 78,77 метра в двух случаях приурочены непроницаемые породы с коэффициентом пористости 1,49%, в третьем случае это трещинно-поровый коллектор с коэффициентом пористости 3,5%. Точка пересечения векторов поля напряжений, действующих с глубины 157,54 метра приурочена к участку

изменения фациального состава пород, расположенному на глубине 1417,8 метров, что подтверждается каротажной диаграммой скважины 101-Д (рис.2).

Рисунок 2. Схема флюидов в пласте на скважине 101-Д: скважине: 1 - гамма-нейтронный гамма-кавернометрия (КВ); 4, векторы напряжений, соответственно, с м; 7 - участки флюидов в пласте.



возможного распределения флюидов в пласте на скважине 101-Д: скважине: 1 - гамма-нейтронный гамма-кавернометрия (КВ); 2-каротаж (НК); 3 - 5, 6 - точки пересечения действующих, глубин 39,38 м, 4,92 м и 2,46 м; 7 - участки флюидов в пласте.

Определены участки неустойчивости среды, которые расположены в направлении векторов главных максимальных и минимальных напряжений разных уровней. В этих направлениях возможно растекание газа и переток его по латерали не только в пределах продуктивных пластов, но вероятно, и за их пределы. На рассматриваемой территории, наиболее ослабленные проницаемые зоны расположены в северо-восточном, северо-западном, юго-восточном и юго-западном направлениях.

Таким образом, в сложных коллекторах на одном участке залежи могут существовать благоприятные условия для фильтрации флюидов преимущественно в горизонтальном направлении, на другом участке – в вертикальном направлении, а на третьем – в направлении 45° к продуктивному пласту. В таких коллекторах, как правило, отсутствует преобладающее направление распределения пористости и проницаемости, обуславливающее фильтрационный поток нефти, газа и воды. Углеводородосодержащие коллекторы, разрабатываемые на конкретных (разных) месторождениях, разнообразны. Устойчивость горных пород зависит не только от глубины, условий залегания пласта и свойств насыщающих пород жидкостей и газа [1].

Выводы

Предложен и обоснован структурно-геодинамический метод выявления закономерностей строения геологических объектов и локализации залежей углеводородного сырья с позиции нелинейной геодинамики на различных масштабах исследований.

Разработанная модель учитывает каналы поступления углеводородов (УВ), зоны трещиноватости, ступенчатое распределение залежей и возможные пути миграции УВ. Структура поля напряжений может использоваться как при разведке, так и при разработке месторождений в различных коллекторах, что позволит прогнозировать участки локализации флюидов в процессе разработки залежей газа, возможного литологического изменения пластов и возможного возникновения короткопериодных деформаций.

Библиография

1. Драгунов А.А., Мухамадиев Р.С., Чернов С.В. Нефтегазопроисковые структурно-геологические исследования. Влияние геодинамических процессов на фильтрационно-емкостные свойства геологической среды (на примере Ромашкинского месторождения) // Георесурсы. 2017. № 4. С. 319–322.
2. Казанкова Э.Р., Корнилова Н.В. Структурно-геодинамический метод выявления закономерностей геологического строения (на примере объектов нефтегазового комплекса) // Естественные и технические науки. 2021, № 10 (161). – С. 131-139.
3. Казанкова Э.Р., Корнилова Н.В. Структурирование геологической среды на различных уровнях организации // Актуальные проблемы нефти и газа: Науч. сет. изд. 2018. – Режим доступа: <http://www.oilgasjournal.ru> – 2018. – № 1 (20). – 15 с.
4. Соловьев Б.А., Подкорытов Н.Г., Риле Е.Б., Коврижкин В.С. Карта нефтегазоносности Оренбургской области. – М.: ВНИГНИ. 1996. Масштаб 1: 1 000 000.

*Геологическое строение участка практики в районе г. Ахун, Большого Сочи.
Котельников А.Е. (Российский университет дружбы народов (РУДН), kotelnikov-ae@rudn.ru), Орнатская О.О.* (Российский университет дружбы народов (РУДН), 1032203680@rudn.ru)*

Аннотация

Объектом исследования является район горы Ахун расположенной в Хостинском районе Большого Сочи. На этой территории проводится учебная геологическая практика, которая захватывает также и другие интересные объекты, изучение которых позволяет понять геологическое строение этих мест.

В летний период 2021 года были пройдены такие маршруты как: «Белые скалы», «Воронцовские пещеры», маршрут от с. Илларионовка до с. Хлебороб (двигаясь по дороге), «Красная воля. Река Кудепста», «Верхне-русское Лоо», «р. Хоста», «Гора Большой Ахун. р. Агура». Район исследования характеризуется сложным геологическим строением и различной степенью обнаженности.

Наиболее полную картину о геологическом строении мы наблюдаем на маршруте «Гора Большой Ахун - Агурские водопады - р. Агура».

Ключевые слова:

Геологическое строение, маршруте «Гора Большой Ахун - Агурские водопады - р. Агура», разновидности пород, антиклиналь

Теория

Объектом исследования является район горы Ахун расположенной в Хостинском районе Большого Сочи. На этой территории проводится учебная геологическая практика, которая захватывает также и другие интересные объекты, изучение которых позволяет понять геологическое строение этих мест. В летний период 2021 года были пройдены такие маршруты как: «Белые скалы», «Воронцовские пещеры», маршрут от с. Илларионовка до с. Хлебороб (двигаясь по дороге), «Красная воля. Река Кудепста», «Верхне-русское Лоо», «р. Хоста», «Гора Большой Ахун. р. Агура».

Район исследования характеризуется сложным геологическим строением и различной степенью обнаженности [2, 5]. В его пределах распространены осадочные и метаморфические стратифицированные образования мезозойского и кайнозойского возрастов, слагающие два структурных этажа: нижне-среднеюрский (киммерийский) и альпийский (верхняя юра – неоген) [2, 3].

Агурская свита ($K_{1-2ag-dz}$) представлена пестроцветными карбонатными и дзыхринской толщами объединенными, сложенными известняками, мергелями пестроцветными, туфопесчаниками.

Казачебродская свита (K_2kzd) представлена известняками слоистыми с включениями кремней. В подошве пестроцветные известняки с прослоями мергелей. В кровле известняки светлые без кремней.

Ахштырская свита (P_{1-2ah}) представлена неравномерным чередованием пестрых серо-зеленых и серо-красноватых мергелей, включающих единичные прослои мергелистых известняков и карбонатных песчаников. В подошве базальные конгломераты.



Рисунок 1 – Фрагмент из геологической карты, лист К-37- IV Сочи.
Масштаб 1:200 000 [4].

Мацестинская (P_3mc) свита представлена неравномерным переслаиванием глин мергелистых, алевролитов и песчаников.

Хостинская свита (P_3hs) представлена чередованием песчаников, алевролитов и карбонатных глин.

Во время геологической практики была пройдена серия маршрутов по данной территории. Наиболее полную картину о геологическом строении мы наблюдаем на маршруте «Гора Большой Ахун - Агурские водопады - р. Агура».

Горный хребет Большой Ахун протянулся на 5 километров между долинами рек Хосты и Мацесты, высота - 663 м (Рис.2).

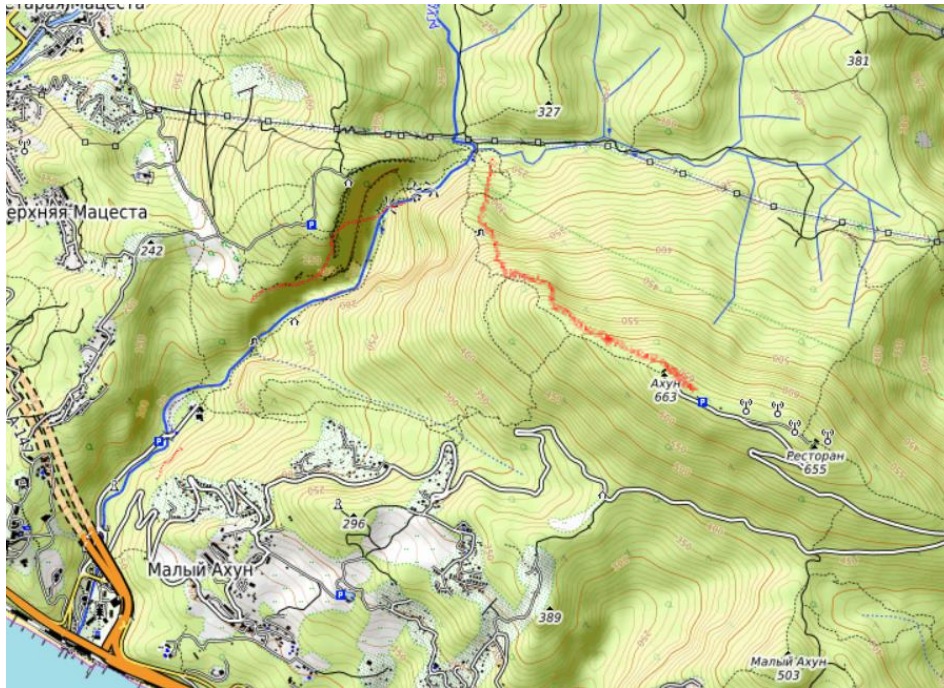


Рисунок 2 Маршрут «Гора Большой Ахун - Агурские водопады - р. Агура».

В ходе маршрута были определены такие разновидности пород как:

<p><u>Известняк</u> Цвет: белый/светло-серый</p> 	<p><u>Кремень</u> Цвет: черный</p> 	<p><u>Мергель</u> Цвет: Серый</p> 
<p><u>Мергель</u> Цвет: Красный</p> 	<p><u>Известняк</u> Цвет: белый/светло-серый, присутствуют розовые пятна</p> 	<p><u>Мергель</u> Цвет: Коричневый</p> 

Маршрут проходил через Ахунскую антиклиналь, которая притягивается от р. Хоста в северо-западном направлении. Антиклиналь симметрична и ундулирует с углами падения 5-15°, ограничена субширотными тектоническими нарушениями [1]. Максимальное поднятие отмечается в районе между рек Хоста и Мацеста. Наиболее приподнятая часть наклонена к югу свода с углами падения слоёв 15-30° на северном и 10-30° на южном крыле. Крылья притягиваются на 8 км.

Выводы

В ходе прохождения маршрутов, в ядерной части антиклинали были обнаружены кремнеземные известняки, а также обнаружены геологические подтверждения чередования морской и озерной обстановок осадка накопления.

Библиография

1. Баранов Г.И., Греков И.И. Геодинамическая модель Большого Кавказа. // В кн.: Проблемы геодинамики Кавказа. М.: Наука, 1982. С. 51-59.
2. Букия С.Г., Колосовская Е.М., Абамелик Е.М., Цагарели А.Л., Твалчрелидзе Г.А. Геологическая карта и карта полезных ископаемых Абхазской ССР. Объяснительная записка. – Москва, 1971 г. – 340 с.
3. Геология СССР. Том IX. Северный Кавказ. Ч. 1. Геологическое описание / глав. ред. Сидоренко А.В., ред. Андрущук В.Л. М.: Недра, 1968. 760 с.
4. Лаврищев В.А., Греков И.И., Башкиров А.Н. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1: 200 000. Серия Кавказская. Лист К-37-IV: Объяснительная записка / ФГУП «Кавказгеосъёмка». 2-е изд. СПб: ВСЕГЕИ, 1999. 105 с.
5. Милановский Е.Е. Геологическое строение Кавказа / Е.Е. Милановский, В.Е. Хаин. М.: Изд-во МГУ, 1963. 355 с.

Минералы тяжелой фракции как индикаторы источников сноса для терригенных пород рифея на Товском выступе Зимнебережной зоны (Архангельская провинция). Красовская Б.П. (МГРИ, belendiabe@gmail.com), Ерофеева К.Г. (МГРИ, ИГЕМ РАН), Самсонов А.В. (ИГЕМ РАН), Третьяченко В.В. (АК «АПРОСА»))*

Аннотация

В докладе будут представлены результаты исследования терригенных пород чидвийской свиты верхнего рифея, развитых в пределах Товского выступа Зимнего берега Белого моря (Зимнебережная зона, Архангельская провинция).

Ключевые слова

Зимний берег, минералы тяжелой фракции, рифей

Теория

Изучение минералов тяжелой фракции является одним из методов идентификации источников сноса. Восстановление состава питающих провинций используется при палеогеологических реконструкциях.

В районе Зимнего берега (восточное побережье Белого моря), Балтийский щит полого погружается под чехол Восточно-Европейской платформы. С запада на восток через Белое море протягивается серия грабенообразных прогибов, выполненных обломочным материалом палеопротерозойского возраста.

Объектом исследований стал образец терригенной породы, вскрытой скважиной 994 на Товском выступе (восточный борт Пинежского грабена) на глубине 993 м (рис. 1). По литературным данным, породы относятся к чидвийской свите верхнего рифея. Методика исследования включала петрографическое изучение породы в шлифе, изучение морфологии минералов тяжелой фракции (сканирующий электронный

микроскоп, ИГЕМ РАН), определение химического состава граната (электронно-зондовый микроанализатор, ИГЕМ РАН), изучение строения зерен циркона (катодоллюминесценция, ИГЕМ РАН) и определение их возраста методом U-Pb изотопного датирования (LA-ICP-MS, ГИН РАН).

Породы представлены красновато-серой брекчией, состоящей из остроугольных обломков размером от 0.3 до 1.5 см, составляющих около 90% объема, погруженных в глинистый цемент. Обломки состоят из угловатых зерен Kfs (микроклин) размером до 4 мм, частично серитизированных зерен Pl размером 1-1.5 мм, изометричных зерен Q (до 1.2 мм) и их сростков, а также до 5% вытянутых обломков зерен рудного минерала.

Минералы тяжелой фракции представлены рыжими и розовыми обломками зерен Grt, идиоморфными кристаллами черной Spn, вытянутыми окатанными зеленовато-коричневыми зернами Tur, черными обломками призматических кристаллов Rut, серовато-розовыми до черного хорошо окатанными зернами Zr и их обломками.

Зерна Grt имеют состав $Alm_{42-67}Prp_{10-47}Grs_{2-30}Sps_{1-4}$. На петрогенетических диаграммах Alm-Prp-Grs и Alm-Prp-Sps [3] фигуративные точки их составов расположены преимущественно в области кислых и средних гранулитов, в меньшей степени в области гнейсов с переходными P-T параметрами от гранулитовой к амфиболитовой фации и гнейсов, метаморфизованных в амфиболитовой фации.

Зерна Zr имеют осцилляторное внутреннее строение. Реже встречаются зерна с метамиктными внутренними зонами и каймами. Спектры распределения возрастов обладают бимодальным распределением с двумя выраженными пиками 1.94 млрд лет и 2.84 млрд лет. Менее выражены пики 2.48, 2.68 и 2.85 млрд лет. 52% зерен Zr имеют палеопротерозойские возрасты, оставшиеся 48% относятся к нео- и мезоархею.

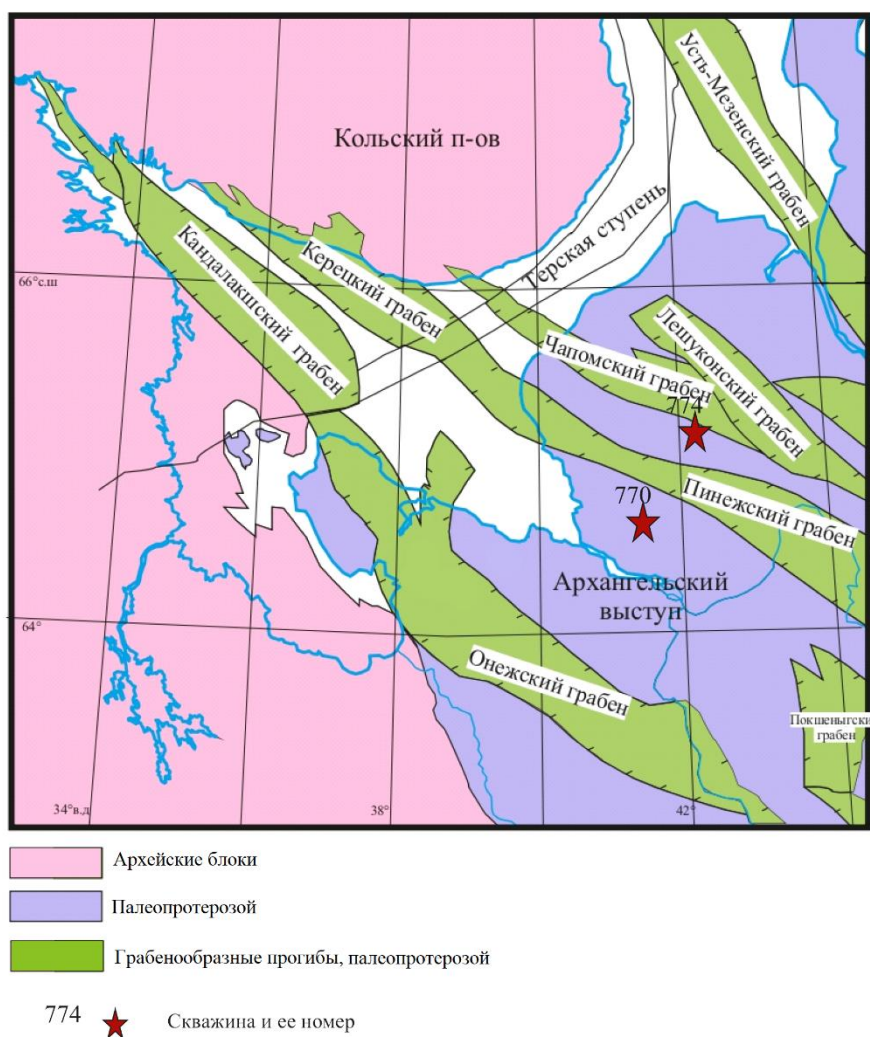


Рисунок 1. Схематическая тектоническая карта северной части Восточно-Европейской платформы и Фенноскандинавского щита [5]

Выводы

Присутствие Pl в породах указывает на незрелый состав осадочных пород. Идиоморфизм зерен Spn также может указывать на то, что породы относятся к первому циклу осадконакопления. Присутствие в составе минералов тяжелой фракции Spn указывает на источник сноса базитового состава. Rut, Grt и Tur могли поступать за счет разрушения метаморфических пород кислого состава. Это подтверждается составами Grt, который по составу близок к Grt, сформированным в кислых породах и метапелитах метаморфизованных в условиях от амфиболитовой до гранулитовой фаций. Такие комплексы известны в пределах Фенноскандинавского щита.

Преобладающий возраст Zr 1.94 млрд. лет может быть связан либо с накоплением продуктов разрушения корней коллизионного Лапландско-Кольского орогена, возраст которого 1.92 млрд лет [4, 7], или с размывом материала кристаллического фундамента Зимнебережной зоны (около 2.0 млрд лет) [5]. Поступление наиболее древнего материала возможно происходило при разрушении архейских комплексов

кристаллического фундамента Беломорской провинции [2], в которой также широко распространены интрузивы базитового состава с возрастом 2.46 млн лет [6]. Изученные породы по минералогическому составу и спектрам распределения возрастов детритового циркона близки к одновозрастным песчаникам, расположенным в пределах Архангельского выступа (западный борт Пинежского грабена, скв. 770, рис. 1) [1] что указывает на близкие для терригенных пород источники сноса и их площадное влияние в верхнерифейское время.

Библиография

1. Красовская Б.П., Ерофеева К.Г., Самсонов А.В., Третьяченко В.В. Минералы тяжелой фракции из пород чидвийской свиты рифея как индикаторы источников сноса (Пинежский грабен, Архангельская провинция) // Материалы X Международной научной конференции молодых ученых «Молодые - Научкам о Земле» – М. : РГГРУ им. Серго Орджоникидзе, 2022. С. 86–89.
2. Слабунов А. И. (2008) Геология и геодинамика архейских подвижных поясов (на примере Беломорской провинции Фенноскандинавского щита) // Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2008. 296 с.
3. Aubrecht R., Méres S., Sýkora M., Mikuš T. Provenance of the detrital garnets and spinels from the Albian sediments of the Czorsztyń Unit (Pieniny Klippen Belt, Western Carpathians, Slovakia) // *Geologica Carpathica*. 2006. V. 60. № 6. P. 463–483.
4. Bridgwater D., Scott D.J., Balagansky V.V., Timmerman M.J., Marker M., Bushmin S.A., Alexeyev N.L., Daly J.S. Age and provenance of early Precambrian metasedimentary rocks in the Lapland-Kola Belt, Russia: evidence from Pb and Nd isotopic data // *Terra Nova*. 2006. V. 13. № 1. P. 32–37.
5. Samsonov A.V., Tretyachenko V.V., Nosova A.A., Larionova Yu.O., Lepekhina E.N., Larionov A.N., Ipatieva I.S. Sutures in the early Precambrian crust as a factor responsible for localization of diamondiferous kimberlites in the northern East European Platform. // 10th International Kimberlite Conference, Bangalore, 2012. 10IKC35.
6. Stepanova A., Stepanov V. Paleoproterozoic mafic dyke swarms of the Belomorian Province, eastern Fennoscandian Shield // *Precam. Res.* 2010. V. 183. P. 602–616.
7. Tuisku P., Huhma H. Evolution of Migmatitic Granulite Complexes: Implications from Lapland Granulite Belt, Part II: Isotopic dating // *Bulletin of the geological society of Finland*. 2006. V. 78. P. 143–175.

Наука геология - система взаимоотношений ее составных частей. Левин Б.,
Израиль, ber-levin@rambler.ru*

Аннотация

Взаимосвязь геологических наук представлена как таблица, в строках которой - объекты каждой из наук, а в столбцах - предметы изучения этими же науками, т.е. конкретные свойства и качества объектов. Объекты геологических наук определяются как естественные геологические тела, разнесенные по уровням иерархии. Дается строгое логическое обоснование выделения геологических уровней иерархии путем ввода ряда неопределяемых исходных понятий, на базе которых и выводится ступенчатое

соподчинение геологических объектов. Получаемая в конечном итоге матрица (таблица) геологических наук обнаруживает простые и четкие связи между ними. Все построение ведется в статическом аспекте - исключительно по наблюдаемым вещественным характеристикам, без привлечения понятий о процессах и геологическом времени. Это и дало возможность выявить ясную систему взаимоотношений геологических наук. Динамические и хронологические аспекты геологии могут быть отражены в параллельных матрицах, аналогичных статической.

Ключевые слова

Вещество, тело, объекты науки, предметы науки, иерархия уровней организации.

Теория

Взаимоотношения геологических дисциплин выстраиваются в виде матрицы (рис.1), строки которой есть объекты наук, а столбцы - их предметы изучения. В пересечении тех и других выявляется каждая геологическая дисциплина. Объект науки - это изучаемое ею конкретное природное проявление, а предмет – отдельные свойства и стороны такого объекта.

Отправная точка при выделении объектов науки - представление об иерархии уровней организации вещества. В неживой природе выделяется следующая последовательность уровней: атомы - молекулы - минералы – горные породы – формации горных пород – оболочки планеты – планета Земля, и из них два первые – это область физики и химии, последний – планетологии, а все остальные - ведомство геологии. Геологические уровни объективно заданы природой, и потому соответствуют объектам геологических наук.¹ При этом достаточно широко принято, что каждый следующий уровень иерархии представлен парагенезом (сообществом) объектов предыдущего уровня. И такое сообщество не может быть просто произвольным объединением - оно должно подчиняться каким-то ограничивающим условиям [6].

Формулирование этих ограничивающих условий – задача не тривиальная. На каждом уровне она решается по-разному, т.е., по сути, распадается на несколько разных задач. Эти решения подробно рассмотрены в специальных статьях по разным уровням иерархии [4,5], а здесь, для понимания схемы, нужно акцентировать только один аспект из тех работ - несмотря на все различие решений этих задач, логика подхода к ним сходна. Она в том, что на каждом уровне иерархии выделяются два понятия – вещество и тело. Вещество - это наполнитель для тела, а тело отлично от вещества наличием границ. При переходе с одного уровня организации на другой тела первого из них становятся элементами, слагающими вещество следующего уровня, которое, будучи заключенным в какие-то определенные границы, образует уже тело этого нового уровня. И дальше цикл неоднократно повторяется, что графически отражено в левой части рисунка 1 – в блоке уровней организации.

Тела каждого уровня принципиально отличны от тел других уровней, а значит и принцип их объединения в вещество следующего уровня (т.е. сущность парагенеза) на каждом уровне должен быть свой собственный, хотя всегда он связывает элементы в какую-то структуру. Каждый такой принцип вводится, как правило, сторонней, не

¹ Существующие мнения о наличии большего количества уровней иерархии между горнопородным и оболочечным уровнями (сверх одного - формационного) здесь не оспариваются и не обсуждаются – для данной темы в них просто нет необходимости, поскольку отсутствуют какие-то дополнительные геологические науки, дисциплины, направления, вызывающие необходимость выделения таковых.

геологической, наукой. На минеральном уровне это - теория симметрии, определяющая структуры кристаллических решеток.

Структуры горнопородного уровня систематизированы в разных атласах и учебниках. Пока что не выявлено какой-то теории их внутренней сущности, и место вводной науки тут еще занимает эмпирика – тот или иной комплект фото или зарисовок различных структур и текстур горных пород.

Горнопородные тела на этом же уровне разделяются на два типа – напластованные и внедренные, различающиеся по топологии границ: не пересекающиеся, субпараллельные – у первых и, как правило, секущие - у вторых. Эти два типа тел горных пород образуют на следующем уровне – формационном - два различных ряда формационного вещества: напластованные тела объединяются в пачки, а внедренные - в ассоциации. Напластования собираются в пачки исходя из принципа «выше-ниже», который опирается на понятие гравитационного потенциала [3]. Для внедренных тел основанием их объединения в ассоциации, является близость вещественного состава и некоторые их структурные взаимоотношения (секущие границы, включения друг в друга и др.).

Тела формаций объединяются в латеральные ряды через отдельные науки, внешние, относительно геологии, в первую очередь - через палеонтологию. Эти ряды формаций облекают Землю и наполняют последнее крупнейшее геологическое тело – внешнюю оболочку Земли.

Существуют еще так же объекты, перескакивающие через один или несколько уровней и названные ранее диспергитами [7]. Аморфные вещества не образуют собственно минералов и с атомного (молекулярного) уровня переходят сразу на породный, являясь наполнителями уже для породных тел - жил, лавовых потоков и др. Жидкости и газы, перескакивают через два уровня - с молекулярного сразу же на уровень пачек-формаций. Наконец, есть мнение, что на глубинных уровнях Земли отсутствуют все привычные нам формы, и вещество там перескакивает с атомного уровня или даже непосредственно с ядерного на оболочечный [1].

Итак, объектами геологических наук являются тела (и их наполнения) четырех уровней - минералы, горные породы, формации и ряды формаций (биоты), представленные в виде строк общей таблицы. А в ее столбцах в качестве предметов наук выступают вещество и структура геологических образований, и каждый из этих предметов подразделяется на два вида, т.е. обособляются четыре предметные типа геологических наук. Два структурных столбца отличны друг от друга в силу того, что на каждом уровне можно выделить базовую структуру, которая воспринята из вводной науки или вводного принципа (на рис.1 это столбец «структурные-I») и структуру того или иного нарушения этой базовой структуры («структурные-II»).

На минеральном уровне сейчас есть только одна структурная наука – кристаллография, но именно под ее крышей находятся оба структурных направления. Первое изучает кристаллические решетки в их идеальных вариантах, а второе - нарушения тех идеальных решеток, без которых, по сути, невозможен рост кристалла и вообще его жизнь. В таблице это второе направление условно названо «структурной минералогией».

Как уже говорилось, на породном уровне исходной структурной науки пока нет, но зато нарушения первоначальных (эмпирических) структур исследуются конкретной наукой под названием структурная петрология. На уровне формаций разделение двух структурных наук имеет свое четкое место. Исходная структура в напластованных

образованиях – это ведомство литостратиграфии, а искажениями ее занимается структурная геология. На уровне биота первая структурная наука - (био)стратиграфия, а вторая входит разделом в обобщающую науку – тектонику и потому названа здесь условно «структурной тектоникой».

Два типа дисциплин вещественного направления разделены на другой основе. Первый из них – это науки, прямо построенные в соответствии со ступенями иерархической лестницы. В них изучение вещества какого-то уровня основано на материале, поставляемом с предыдущего уровня. Эта последовательность вещественных наук такова: кристаллохимия, петрография, формационный анализ и не имеющая пока собственного названия часть обобщающей тектонической науки. Второй вещественный столбец объединяет науки, совершающие скачок по типу диспергитов – перескок с химического уровня на геологические уровни со второго и дальше. Это науки - петрохимия, «формациохимия» и геохимия, средняя из которых пока не обособилась в качестве самостоятельной науки, а существует, очевидно, в рамках третьей из них.

Наконец, на каждом уровне имеется наука, объединяющая все структурно-вещественные дисциплины. Таковы науки – минералогия, петрология с литологией,² формациология, тектоника. Их уже лучше параллелизовать не с вещественным подуровнем каждого уровня, а с уровнем завершеного тела (элемента).

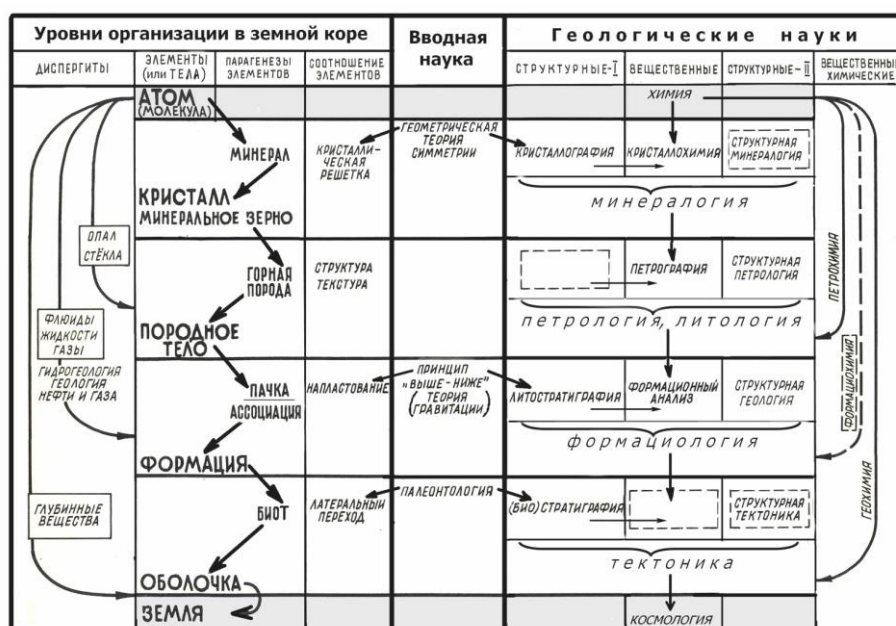


Рисунок 1. Иерархия объектов геологии и система геологических наук (в итриховых рамках потенциальные геологические дисциплины).

Выводы

Построение таблицы проведено в системе статического аспекта геологии, абстрагирующегося от понятий динамики и истории [2]. Это и дало возможность

² Эти две науки делят между собой уровень горных пород, вообще говоря, по генетическим представлениям, но если абстрагироваться от исключений (вулканыты, диапиры), то можно свести их разделение к принципу внедренных и напластованных образований.

выстроить стройную, непротиворечивую систему взаимоотношений основных геологических дисциплин. Науки, основывающиеся на динамических и исторических понятиях, такие как динамическая геология и историческая геология сюда не попадают. Очевидно, эти дисциплины могут быть вписаны в сходную таблицу, только опирающуюся не на вещество и тело, а построенную на понятиях время, процесс и т.д.

Библиография

1. Капустинский А. Ф. К теории Земли. / Вопросы геохимии и минералогии. М., Изд-во АН СССР, 1956, с. 37-71.
2. Косыгин Ю. А., Соловьев В. А. Статические, динамические и ретроспективные системы в геологических исследованиях. // Изв. АН СССР, сер. геол., 1969, №6, с. 9-17.
3. Левин Б.С. О статической стратиграфии. / Экосистемы в стратиграфии. Мат-лы Всесоюзного совещания. (Владивосток, октябрь 1978 г.). Владивосток, 1980, с.68-72.
4. Левин Б.С. Пошаговое формулирование понятия «минерал». // Зап. РМО, 2016. №4, с. 117-126.
5. Левин Б.С. Введение базовых понятий геологии по примеру построения понятия «минерал». / Юбилейный съезд Российского минералогического об-ва «200 лет РМО». (СПб, 10-13 октября 2017 г.). Мат-лы конференции, т.2. СПб, 2017, с. 23-24
6. Мейен С. В. Понятия «естественность» и «одновременность» в стратиграфии. // Изв. АН СССР, сер. геол., 1974, №6, с. 79-90.
7. Поспелов Г.Л. Диспергиты и автодиспергация, как важная проблема физики лито-, петро- и тектогенеза. // Геология и геофизика, 1972, № 12, с. 53-73.

Новые данные о маастрихтских отложениях около с. Нижняя Банновка (Саратовское Поволжье). Маленкина С.Ю.* (Музей Землеведения МГУ им. М. В. Ломоносова, maleo@mail.ru), Иванов А.В. (Музей Землеведения МГУ им. М. В. Ломоносова, Институт географии РАН, Москва, ivanovav@igras.ru)

Аннотация

Впервые подробно описывается разрез и некоторые ихнофоссилии из нового обнажения маастрихтских отложений недалеко от с. Нижняя Банновка. Обнаружены необычные ихнофоссилии в форме нор, вероятно крупных тетрапод. Дана краткая характеристика условий осадконакопления.

Ключевые слова

верхний мел, маастрихт, ихнофоссилии, Саратовское Поволжье

Источники финансирования

Работа выполнена в рамках госзаданий Музея землеведения МГУ АААА-А16-116042010088-5 «Эволюция геодинамических обстановок и глобальные природные процессы, АААА-А16-116042010089-2» «Биосферные функции экосистем, их компонентов и рациональное природопользование», Института географии РАН АААА-А19-119021990093-8 (FMGE-2019-0007) «Оценка физико-географических,

гидрологических и биотических изменений окружающей среды и их последствий для создания основ устойчивого природопользования».

Теория

Изучение меловых отложений окрестностей с. Нижняя Банновка началось еще с конца XIX века. Позже разрезы южнее этого села, исследовали А.Д. Архангельский (1912) [1], совместно с С.А. Добровым (1913) [2], Е.В. Милановский (1940) [6]. Они стали рассматриваться как опорные при характеристике верхнемеловых образований Среднего и Нижнего Поволжья. Маастрихтский интервал и граница мела-палеогена описывались также в работах В.И. Барышниковой и др. (1961), Н.С. Морозова с соавторами (1962) [7], А.Е. Глазуновой (1972) [3], М.В. Бондаревой и др. (1981), Н.А. Бондаренко (1990), и Гужикова и др. (2017) [4]. Одним из авторов совместно с Е.В. Поповым подробно описан маастрихтский интервал местонахождения «Нижняя Банновка – 3» [8], где отмечается присутствие ходов донных роющих организмов. В данной работе рассматривается строение недавно появившегося обнажения, находящегося в так называемом «овраге Землеустроителей» – у трассы Саратов-Волгоград, близ с. Нижняя Банновка [9].

В обнажении у трассы (рис. 1I) представлена значительная часть маастрихта (алевроиты и песчаники с прослоями желваковых фосфоритов), контакт мела-палеогена и часть палеоцена (мергели, силициты и кремнистые глины). В этом интервале наблюдаются несколько насыщенных ориктокомплексов, в составе которых встречены в значительном количестве костные остатки морских ящеров (плезиозавров, мозазавров), химеровых рыб, фосфатизированные скелеты губок, массовые остатки пикнодонтных устриц, фрагменты фосфатизированной древесины с ходами древоточцев и др. Таким образом, образовавшийся овраг можно позиционировать как объект геонаследия стратиграфо-палеонтологического типа [5].

В бортах оврага у дороги сверху вниз последовательно обнажаются (рис. 1II):

1. Мергель белый, слабо слюдистый, слабо кремнистый (в нижней части слоя местами сильно окремнелый до состояния темно-синей опоки), распадающийся на остроугольные обломки, редко формируется слабо выраженный раковистый излом. Вверх по слою окремнение нарастает, появляется неравномерное ожелезнение. Редко наблюдаются небольшие гнезда глауконитового песка. Контакт с нижележащим слоем четкий, почти ровный. Видимая мощность около 6 м.

2. Песчаник глауконитово-кварцевый, разнозернистый, грязно-зеленовато-серый, пятнистый, за счет окрашивания гидроокислами железа. Разделяется на 3 части:

2а. Песчаник, очень прочный, крупно-среднезернистый, карбонатный, желто-зеленый, стыки глыб ожелезнены. Внизу отмечаются светлые ихнофоссилии типа *Thalassinoides*, цилиндрические, диаметром до 1-2 см, прямые. Также встречаются единичные ходы, относящиеся к ихнороду *Planolites*. В 2006 г. встречены остатки костей (позвонок морского ящера?). Наблюдаются пустоты от белемнитов. Мощность 0,3-0,5 м.

2б. Песчаник рыхлый, более глауконитовый в сравнении с верхней частью слоя, цвет более насыщенный грязно-зеленый, значительно менее карбонатный. Мощность 0,4 м.

2в. Песчаник глауконитовый, известковый, плотный. Подошва нижнего прослоя насыщена сетью ходов *Thalassinoides*, которые продолжают в нижележащие алевроиты на глубину около 0,1 м (отдельные из них встречены до глубины 1 м). Особенно четко видны на нижней поверхности глыб (рис. 1III). Мощность 0,3-0,5 м.

Общая мощность слоя 1-1,5 м.

3. Алевроит песчанистый, глауконит-кварцевый, плитчатый, местами слабо ожелезненный. Кверху слой опесчанивается и ожелезняется, приобретая красновато-

буровато-грязно-желтый цвет. Слой переполнен *Thalassinoides*, особенно в верхней части, наблюдаются также редкие *Skolithos*. В разрезе слоя выделяются три части:

3а. Алеврит желтоватый, плотный, слюдистый, плитчатый. Встречены субгоризонтально ориентированные ростры белемнитов. Здесь наблюдаются субвертикальные ожелезненные трещины и зоны трещиноватости. Кверху неравномерно усиливается рыжеватый оттенок, нарастает слюдистость. В верхней части слоя (на уровне 0,5 м ниже кровли) встречены отпечатки мелкой раковинной макрофауны (двустворчатые моллюски *Pycnodonte*, *Synciclonema* и др.) и фораминифер нодозариевого облика размером более 1 см. Мощность около 1 м.

3б. Алеврит светло-серый, местами белый, менее слюдистый. Встречены мелкие до 5 см, очень редкие ржавые железисто-охристые конкреции. Переход к вышележащему слою постепенный. Мощность 2 м.

3в. Алеврит светлый, слюдистый, плитчатый с рыжеватыми пятнами ожелезнения. В нижней части наблюдаются черные округлые фосфориты, неравномерно рассеянные, размером от 0,5 до 3 см. Их концентрация увеличивается к подошве, по мере постепенного перехода в нижележащий слой – «фосфоритовый горизонт». Встречены рассыпающиеся ростры белемнитов длиной около 10 см. Мощность 0,7 м.

Общая мощность слоя составляет 3,5-4 м.

4. «Фосфоритовый горизонт». Мергель плотный, участками окремненный, ожелезненный, с включениями глауконитовых зерен и черных хорошо окатанных фосфоритов (размер от 0,5 до 5 см) округлой неправильной формы, неравномерно рассеянных по слою, вероятно, фосфатизированных и переотложенных ихнофоссилий. Подошва и кровля четкие, неровные. Встречаются фосфатизированные ядра пикнодонтных устриц «маастрихтского облика», глянцевые, редко с незначительными остатками раковины, практически все с сомкнутыми створками, различным образом

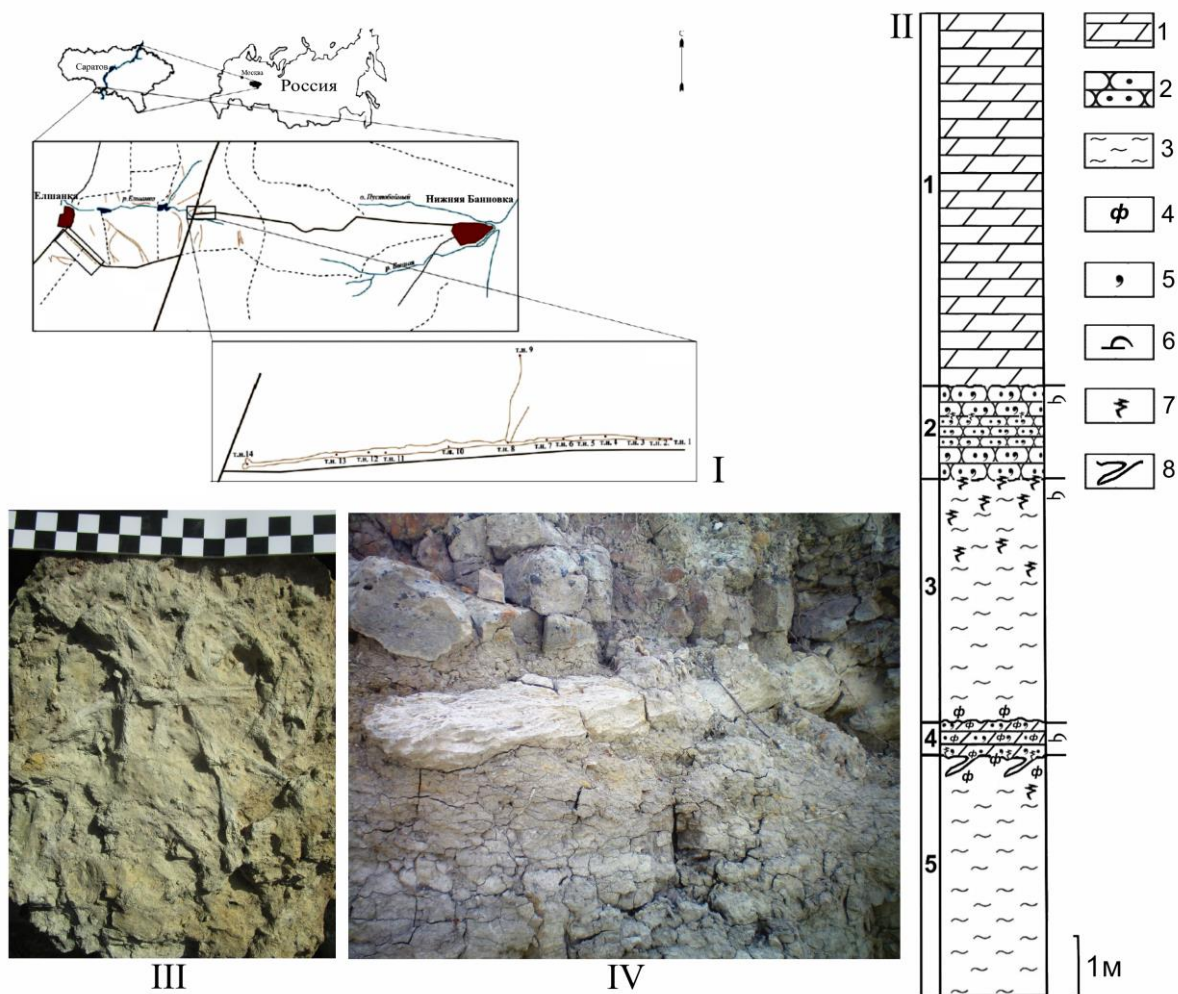


Рисунок 1. Местонахождение обнажений (I); строение разреза маастрихтских отложений (II): 1-мергели, 2-песчаники, 3-алевриты, 4-фосфориты, 5-глауконит, 6- ископаемые остатки, 7-ихнофоссилии, 8- ходы крупных тетрапод; фото *Thalassinoides* 2 слоя (III); фото хода крупных тетрапод (IV).

ориентированы в слое (преимущественно субгоризонтально). Местами наблюдается обилие фосфатизированных скелетов губок хорошей сохранности. Достаточно часты ростры белемнитов или пустоты от них (размером до 10 см), различно (преимущественно горизонтально) ориентированные. Извлечены остатки конечностей морской рептилии, позвонки мозазавра, крупные (1-5 см) копролиты хорошей сохранности. В подошве наблюдается густая сеть ходов *Thalassinoides*, уходящая в нижележащие алевриты на 0,1 м. Мощность около 0,5 м.

Найдены необычные ихнофоссилии в форме очень крупных (более 1,0x0,3x0,15 м) ходов донных роющих организмов(?), на поверхности которых хорошо заметны продольные извилистые, переплетающиеся скульптурные элементы (похожие на слепки длинных борозд) (рис. 1IV). Образования берут начало из песчаника непосредственно под фосфоритовым горизонтом и продолжают в нижележащие алевриты под углом около 30 градусов к подошве. Образования овальные в сечении (сечение хорошо выдержано по длине хода), по длине слабо дугообразно изогнуты. Редкие – встречены 3 экз. На их стыках с подошвой слоя наблюдаются округленные шарообразные образования. Ходы полностью сложены породой вышележащего слоя при неравномерном окремнении – песчаником мелко-тонкозернистым, темно-серым зонально до черного, кварцево-глауконитовым, плотным, наибольшее прокремнение по

центру хода, в них встречены единичные черные фосфориты 1-1,5 см. Вероятно, это норы каких-то крупных тетрапод, в целом они очень напоминают крокодилы [10].

5. Пачка цикличного чередования алевроитов темно-серых, глинистых, тонкоплитчатых в выветрелом состоянии, и светло-серых, слюдистых. Мощность прослоев составляет 0,2-0,5 м. Сверху пачка начинается светло-серым прослоем мощностью 0,7 м. Общая видимая мощность составляет около 4 м.

Выводы

Наши исследования показывают, что разрез маастрихтских отложений близ с. Нижняя Банновка в целом представляет собой трансгрессивно-регрессивную последовательность мелководно-морского типа, как свидетельствуют найденные здесь ихнофоссилии.

Библиография

1. Архангельский А.Д. Верхнемеловые отложения востока Европейской России // *Материалы для геологии России*. СПб.: Типография Императорской академии наук, 1912. Т. 25. 631 с.
2. Архангельский А.Д., Добров С.А. Геологический очерк Саратовской губернии // *Материалы по изучению естественно-исторических условий Саратовской губернии*. Вып. 1. М.: Тов. "Печатня С.П. Яковлева", 1913. 256 с.
3. Глазунова А.Е. Палеонтологическое обоснование стратиграфического расчленения меловых отложений Поволжья. Верхний мел. М.: Недра, 1972. 204 с.
4. Гужиков А.Ю., Барабошкин Е.Ю., Беньямовский В.Н., Вишневская В.С., Копаевич Л.Ф., Первушов Е.М., Гужикова А.А. Новые био- и магнитостратиграфические данные по кампанским-маастрихтским отложениям классического разреза Нижняя Банновка (юг Саратовского Правобережья) // *Стратиграфия. Геологическая корреляция*. 2017. Т. 25. № 1. С. 24–61.
5. Иванов А.В., Новиков И.В., Грудинин Д.А. Стратиграфо-палеонтологические объекты геонаследия в степной и лесостепной зонах Нижнего Поволжья и Южного Приуралья // *Степи Северной Евразии: материалы IX международного симпозиума*. Оренбург: ОГУ, 2021. С. 333-336.
6. Милановский Е.В. Очерк геологии Среднего и Нижнего Поволжья. Москва-Ленинград, 1940. Г Н Т И . 276 с.
7. Морозов Н. С., Бушинский Г. И., Ротенфельд В. Б., Дубейковский Г. Г. Меловая система // *Геология СССР*. Т. 11. Поволжье и Прикамье. Ч. 1. Геологическое описание. М., 1967. С. 521–529.
8. Первушов Е.М., Архангельский М.С., Иванов А.В. Каталог местонахождений остатков морских рептилий в юрских и меловых отложениях Нижнего Поволжья. Саратов: Изд-во ГосУНЦ "Колледж", 1999. 230 с.
9. Яшков И.А., Иванов А.В., Виноградова Т.Н. Инженерно-геоэкологические особенности взаимодействия элементов автодорожной и овражно-балочной сетей (на примере модельного полигона в районе сел Нижняя Банновка и Елшанка Саратовской области) // *Проблемы геологии Европейской России: сборник науч. тр. Всерос. науч. конф., посвящ. 130-летию со дня рожд. Проф. Бориса Александровича Можаровского*. Саратов: Изд-во СГТУ, 2013. С. 77-92.
10. Poropat S.F., White M.A., Ziegler T., Pentland A.H., Rigby S.L., Duncan R.J., Sloan T., Elliott D.A. A diverse Late Cretaceous vertebrate tracksite from the Winton Formation of Queensland, Australia. *PeerJ.*, 2021; 9: e 11544.

*Палеовулканическая структура Митик и металлогения золота в центральной части восточной пустыни Египта. Махмуд А.Ш. (Университет Файюм, Египет, halim.geologist@mail.ru), Дьяконов В.В. * (МГРИ, mdf.rudn@mail.ru)*

Аннотация

Выявлено, что распространение месторождений золота, в центральной части Восточной пустыни Египта, открытых от эпохи фараонов до наших дней, соответствует системам древних и молодых разломов, которые образовались при формировании палеовулканической структуры Митик. Однако восточная часть этой структуры не обнажается и перекрывается осадочными толщами Габал Эль-Дауи и четвертичными рыхлыми отложениями, которые могут скрывать многие неразведанные золоторудные месторождения. Также эта модель может быть использована для обнаружения новых минерализаций вдоль разломов и их пересечений.

Ключевые слова

Палеовулканическая реконструкция, Митик, Золоторудные оруденения, Восточная пустыня Египта.

Теория

Методология палеовулканической реконструкции стала эффективным способом интерпретации локализации многих эндогенных рудных месторождений и даже для прогнозирования новых перспектив, например, [1, 4, 5]. Mahmoud and Dyakonov, 2019 [6] представили новую интерпретацию формирования и эволюцию комплекса фундамента центральной части Восточной пустыни Египта (ЦВП). Была выявлена палеовулканическая структура центрального типа в пределах ЦВП Египта. Центральная жерловая структурно-формационная зона имеет округлую форму, шириной около 20 км, известная в литературе под названием купол Митик, от которого расходятся радиальные разломы. Вокруг него картируются многочисленные фрагменты концентрических разломов. Горные породы слагающие сооружение накопились за два полных цикла вулканизма и объединены в верхнепротерозойский и нижнепалеозойский магматические циклы. В обеиз циклах отмечается гомодромная последовательность накопления продуктов магматизма.

Тектонические и структурные элементы распределены по двум системам разломов вокруг этой палеовулканической структуры. Дешифрирование спутниковых снимков в рамках ЦВП показывает концентрическое расположение структурных элементов вокруг купола Митик (рис. 1). Система разломов представляет собой два цикла развития; а) Более древняя система разломов сформировалась на более ранних этапах развития палеовулканической структуры. Это выражено фрагментами разнонаправленных радиальных разломов, направленных от центра Митикской структуры, и фрагментами кольцевых разломов, окружающих Митикскую структуру и более поздние магматические интрузии. Скорее всего, они соответствуют времени образования куполов и образовались после внедрения гранитоидов. Вулкано-осадочные, вулканогенные и осадочные толщи накапливались вокруг центра структуры Митик и вдоль этих кольцевых разломов; б) более молодая система разломов, представленная протяженными разломами преимущественно северо-западного направления и перпендикулярными им, которые называются системой разломов Нажда [7]. Эта

система разломов отвечает за разбиение палеовулканической структуры на различные блоки.

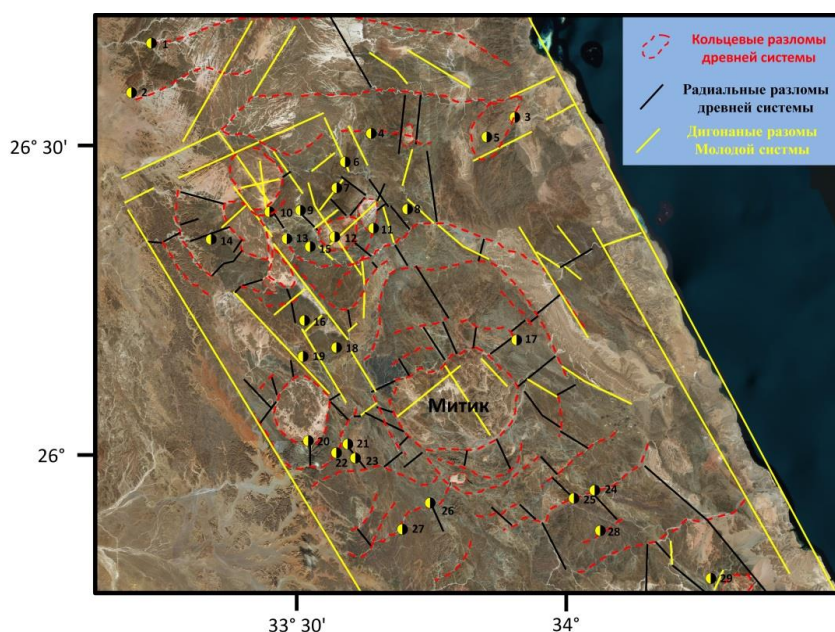


Рисунок. 1. Система молодых и древних систем разломов и распределение золоторудных оруденений в ЦВП (координаты составлены по [2, 3]) (1) Фатира, (2) Абу-Шахат, (3) Умм Абияд, (4) Абу Марават, (5) Вади Гасус, (6) Бир Семна, (7) Семма, (8) Вайра, (9) Каб Амири, (10) Гидами, (11) Абу Гахрайш, (12) Вади Сагиа, 13. Восточная Эрадия, (14) Хамама, (15) Родруин, (16) Аталла-Эль-Мур, (17) Вади Содмейн, (18) Умм-Эш-Эль-Зарка, (19) Аталла, (20) Умм Хад, (21) Фавахир, (22) Хаммамат, (23) Эль-Сайд, (24) Умм Карим, (25) Каб Эль-Абияд, (26) Хаммуда, (27) Эль-Нур, (28) Тарфави (29) Шарм-эль-Бахари.

Блок Восточной пустыни определяется двумя разломами: Красным морем с востока и рекой Нил с запада. Он также расчленен поперечными разломами, которые определяют три отдела Восточной пустыни (северный, центральный и южный). Система разломов Нажда сформировалась после завершения формирования палеовулканической структуры, что эквивалентно альпийскому орогенезу. Проявление более молодой системы разломов, нарушивших радиальные и концентрические разломы, привело к созданию сложной мозаичной глыбовой структуры, в которой преобладают вертикальные движения крупных блоков. Многие другие тектонические факторы усложнили эту палеовулканическую структуру и скрывают многие ее особенности. Во-первых, эта структура подвергалась длительным периодам выветривания и деформации, и то, что мы видим сегодня, является их основой. А также обширное появление гранитных интрузий, вскрытых эрозией, и мощного фанерозойского осадочного чехла. Изучение литостратиграфической последовательности с пространственным распределением горных пород, полевыми отношениями, ранее зарегистрированным возрастом и т. д. помогает в реконструкции этой палеовулканической структуры.

Пространственное размещение месторождений и проявлений золота в ЦВП совпадает с системами разломов палеовулканического строения региона. Эти оруденения золота можно разделить на следующие типы: а) оруденения, связанные с зонами сопряжения более древних концентрических и радиальных разломов. С этими пересечениями связано три четверти золоторудного оруденения (как Фатира, Абу-Шахат, Вади Абияд, Абу-Марават, Гидами, Абу-Гахрайш, Тарфави, Эль-Нур, Каб Амири,

Гидами, Вади Содмейн, Умм Хад, Фавахир, Эль Сайд, Вади Карим, Каб Эль-Абияд и Хаммуда), в) Оруденение, связанное с более молодыми разломами (как Бир Семна, Семна, Вади Сагия и Родруин). Эти разломы послужили каналами внедрения даек, а также формирования зон более поздних гидротермальных метасоматитов с золотой минерализацией. Кольцевые и радиальные разломы и особенно места их сопряжения служили каналами проникновения гидротермальных растворов, отделившихся от кристаллизующихся гранитоидных массивов. Основываясь на предложенной палеовулканической модели, мы можем прогнозировать появление новых рудных месторождений. Отмечено, что большая часть золотых минерализаций сосредоточена в средней зоне кольца, особенно в северо-западной его части. Однако в восточной зоне практически отсутствует золотое оруденение. Почти вся эта площадь покрыта мощной осадочной толщей фосфоритов и карбонатов Гора Дуви и Гора Хамравейна. Мы рекомендуем проводить интенсивные поисковые работы в этом районе, особенно вдоль контактов разломов и их сопряжения.

Выводы

В центральной части Восточной пустыни Египта была выявлена палеовулканическая структура центрального типа "Митик", пережившая два последовательных тектоно-магматических цикла. Вокруг палеовулканической структуры распространены стратифицированные фации, система разломы и проявления золота. Восточная часть палеовулканической структуры перекрыта осадочными толщами, которые могут скрывать неоткрытые рудные минерализации.

Библиография

1. Ivanova, J., R. Vykhristenko, and I. Vikentyev (2019), Geological position and structural control of ore mineralization in the Toupugol–Khanmeishor District (the Polar Urals) based on the remote sensing results, *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*, 55(9), 1379-1388.
2. Klemm, R., and D. Klemm (2012), Gold and gold mining in ancient Egypt and Nubia: Geoarchaeology of the ancient gold mining sites in the Egyptian and Sudanese eastern deserts, Springer Science & Business Media.
3. Kochine, G., and F. Bassyuni (1968), Mineral resources of the UAR, Part I, metallic minerals, *Int. Rep. Geol. Surv. Egypt*.
4. Koděra, P., J. Lexa, A. E. Fallick, M. Wälle, and A. Biroň (2014), Hydrothermal fluids in epithermal and porphyry Au deposits in the Central Slovakia Volcanic Field, *Geological Society, London, Special Publications*, 402(1), 177-206.
5. Kotel'nikov, A., V. Dyakonov, and A. Dergachev (2021), Exploration of Overlapped Endogenous Mineralization Using the Results of Paleovolcanic Reconstructions, *Moscow University Geology Bulletin*, 76(6), 617-623.
6. Mahmoud, A., and V. Dyakonov (2019), Paleovolcanic model for the evolution of the basement complex of the central part of Egyptian Eastern Desert, *News of the Ural State Mining University*(3 (55)), 20-26.
7. Stern, R. J. (1985), The Najd fault system, Saudi Arabia and Egypt: A late Precambrian rift-related transform system?, *Tectonics*, 4(5), 497-511.

Общегеологическая герменевтика (толкование) строф Голубиной книги про камень. Минькин И.М. (ivan.minkin1955@gmail.com)*

Аннотация

Голубиная книга [3](рис.1) - это древнерусский журнал, в котором изустно собирались религиозные поиски истины об общечеловеческих (семейных) ценностях. Фоном в этом поиске проходит обобщающий взгляд на центробежное мироустройство вообще, на природу в частности, в т.ч. и на камень. В четырёх устоявшихся строфах Голубиной книги про камень сформулированы постулаты: Окиян-Море Бездонное всем морям земным матери; Остров-Буян всем землям матери; Кит-Рыба всем рыбам матери потому что на ней Мать-Земля основана; Алатырь-Камень всем камням земным* матери. Суть понятий Мать-Земля, Остров-Буян, Алатырь-Камень, Кит-Рыба и Море-Окиян быть центрами мироздания, вокруг которых кипит жизнь. В этих понятиях художественно закодирован единый взгляд на мироустройство (на мироздание) - на камень и Жизнь на нём.

Общая геология оперирует теми же категориями, что и Голубиная книга: моря земные* - это внутренние и окраинные моря земли-суши (континентов-материков); камни земные - это, существующие исключительно за земле-суше слои песчаника, сланца, известняка, кварцита, мрамора и т.п. разной степени окаменения [5], Алатырь-Камень - это весь гранит коры континентального типа [4]; Кит-Рыба - зыбко-подвижное базальтовое основание под землёй-сушей (под Мать-Землёй)[7]; Буян-Остров - научный эквивалент понятию "суперконтинент"[6,7], эволюция Жизни [2].

*земной, наземный - это всё, что присуще земле-суше (континентам материкам).

Ключевые слова

Алатырь-Камень, Буян-Остров, Мать-Земля, твердь земная, камни земные, моря земные.

Источники финансирования

Собственные средства.

Теория

Выведенное в Голубиной книге каменное триединство, как то: Мать-Земля, Буян-Остров, Алатырь-Камень — это не одновременно открытые древние научные категории, но выстраданные разно удалённые точки зрения на твердь земную (землю-сушу): Алатырь-Камень — вблизи, Мать-Земля — из под купола неба, Буян-Остров — взгляд из глубины веков [1]. Во главе всего — твердь земная — Мать-Земля, основанная на подвижной зыби, а если образно, то на Кит-Рыбе в Окиян-Море Бездонном (Кит-Рыба на плаву). В Голубиной книге, в художественной форме (в форме притчи) закручивается динамичная центробежная механика Всего вообще и, в частности, всего каменного: все камни земные рождены от плоти Алатырь-Камня, все земли произошли от плоти Острова-Буяна: сейчас — единое целое — Буян-Остров, а через время — Мать-Земля как земли, разделённые морями земными; и всё это на Кит-Рыбе: и земли, и моря земные, и камни

земные; и Буян-Остров, состоящий из Алатырь-Камня; и Мать-Земля, как продукт эволюции Буян-Острова.

Для сравнения голубинокнижного с геологией обозначаются главные научные реперы. Их всего пять: А) Б) В) Г) Д) [3,4,5,6,7]:

А) Планета Земля как камень — это две антагонистичные каменные стихии: 1) собственно земной шар, целиком состоящий из базальта; 2) гранитная тонкая плёнка земли-суши на этом шаре. Парадокс в том, что базальт планеты — это вечно молодой камень — не старше 200 миллионов лет. А гранит земли-суши — это камень-старик возрастом около 4 миллиардов лет. Как так?

Б) Весь базальт Земли находится в постоянном перемешивающем движении: где-то на Земле базальт затягивается в недра, там переплавляется в каком-то базальтовороте, после чего выползает новорожденным базальтом, "течёт" 200 миллионов лет по поверхности планеты пару тысяч километров и, потом, снова — в недра — на переплавку.

В) Другое главное каменное естество Земли — гранитная земля-суша (земная кора континентального типа) остаётся плавательно-пассивной на беспокойной базальтовой поверхности земного шара. Гранитная земля-суша вдавлена в базальт и подчинена прихотям его движения: когда потоки базальта расходятся, то земля-суша рвётся на материк-континенты.

Г) Знаковые места Земли — там, где потоки базальта затягиваются в недра: в этом месте, примерно раз в 300 миллионов лет, континенты-материки сходятся в единый суперконтинент по механизму концентрации мусора у слива ванны. Современные континенты-материки — это продукт распада суперконтинента Пангея, а через 200 миллионов лет сегодняшние континенты-материки соберутся в единый суперконтинент Пангея Ульtima.

Д) 4 миллиарда лет назад земля-суша была чисто гранитной. Физиологическая особенность земли-суши - это чередование равнин, гор земных и морей земных по всей её поверхности, и не по одному разу в одних и тех же местах. В поддонье морей, в десятикилометровой (в среднем) толще продуктов распада гор земных, рождаются камни земные, которые через время горообразованием выводятся на поверхность земли-суши горами. Таким образом, за 4 миллиарда лет своего существования, из-за чередования гор-морей-равнин, гранитная земля-суша по всей поверхности покрылась камнеслоистой коркой окаменевших продуктов выветривания самой себя и продуктами Жизни, которые земля-суша выносила в своих морях земных (осадочный чехол). Толщина камнеслоистой корки, усреднёно, пять километров. Каменные слои, из которых состоит эта корка, встречаются только на земле-суше и их абсолютно нет на дне Мирового океана. Поэтому, логично назвать эти каменные слои "земными": слои песчаника и кварцита, сланцев, известняка и мрамора.

Е) И ещё одна глобальность — это наземная (не морская) Жизнь на земле-суше — это Все Мы. Мы Все — это все наземные ящеры, птицы, звери, в т.ч. и мы — люди, во все времена. Все Мы эволюционно произошли от одной девонской рыбы. Этому множество палеонтологических свидетельств, как то: схожесть Всех Нас архитектурой наших скелетов, нервов, анатомий: архитектура костей руки человека однотипна с архитектурой костей крыла летучей мыши и с архитектурой костей плавника рыбы. Все Мы — все ящеры и птицы, и звери — Мы Все всего лишь суть Рыбы, но

оттюнингованные и модернизированные эволюцией для жизни на земле-суше в воздушном океане.

Что и как про то же самое, дословно, говорит Голубиная книга про Камень.

1. "Кит-Рыба всем рыбам Мати потому что на ней земля основана." Здесь двуединая причина Всех Нас, оттюнингованных и модернизированных Рыб: первая причина — наличие земли-суши (Мать-Земли) на Земле и вторая причина — та единственная девонская пра-рыба-наша-родительница (образная Кит-Рыба).

2. "На Кит-рыбе земля основана" — образное (художественное) обозначение зыбкого основания под землёй-сушей в виде глобального базальтоворота земли: точно так же, как Кит-Рыба с Мать-Землёю на спине может нырнуть в пучину Моря-Окияна, так и базальтоворот, теоретически, может утянуть за собой материки-континенты в недра на переплавку, но, слава богу, не утягивает.

3. "Буян-Остров всем землям Мати" — по-научному абсолютное точное предсказание современных знаний о суперконтинентах на Земле: распавшийся Буян-Остров (суперконтинент) называемый в науке Пангея — это сегодняшние материки-континенты, которые через пару сотен миллионов лет сойдутся в очередной Буян-Остров (суперконтинент), которому уже найдено научное имя — "Пангея-Ултима". Но, ни в одном учебнике общей геологии о Буян-Острове — ни слова!

4. "Алатырь-Камень всем камням земным Мати" — это истина, что существующие исключительно на поверхности суши-земли слои камней земных, а именно, слои сланца, песчаника и кварцита, известняка и мрамора — это суть порождение гранита: как плоть от его плоти или как косвенные потомки, которым гранит пращур. Каждый кусок камня земного — сланца, песчаника, кварцита, известняка, мрамора, который мы видим — это всегда прямой или внучатый генетический потомок гранита земли-суши — гранитной земли-суши, которая выносила и породила камни земные.

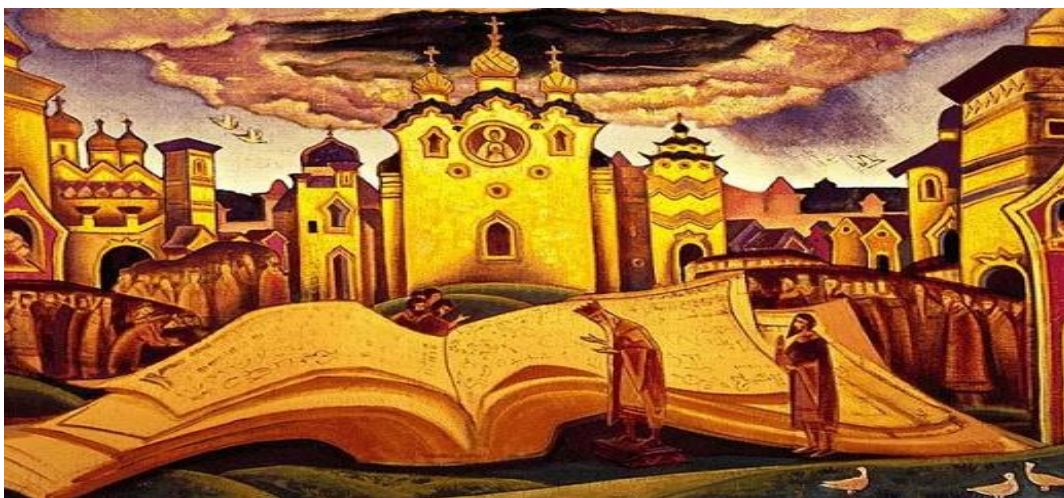


Рисунок 1. Николай Рерих. Голубиная книга. 1923

Выводы

Постулаты Голубиной книги не содержат ни одного противоречия современным научным данным: ни по исчерпывающему списку главных реперов нашего многознания в геологии, ни по сути этих реперов. Если учесть, что геология — наука описательная, то новые знания о Мать-Земле разнообразнее, но не глубже древних истин, которые суть не что иное, как первородная понятийная матрица, всего лишь, подтверждаемая наукой сегодня [1].

© И.М.Минькин 2023

Библиография

1. Минькин И.М. Очерк №1. Мать-Земля и геология. ISBN 978-5-206-01095-4. ФГУП Издательство «Известия» УДПРФ, 2022.
2. Шубин Нил. Ваша внутренняя рыба: Путешествие в 3,5-миллиардную историю человеческого тела. ISBN 978-5-17-093897-1 Corpus (ACT) 2015.
3. Wikipedia. свободная энциклопедия – / Wikipedia. - Электронные данные. Режим доступа свободный: URL.: https://ru.wikipedia.org/wiki/Голубиная_книга (дата обращения 28.01.2023)
4. Wikipedia. свободная энциклопедия – / Wikipedia. - Электронные данные. Режим доступа свободный: URL.:https://ru.wikipedia.org/wiki/Континентальная_кора (дата обращения 30.01.2023)
5. Wikipedia. свободная энциклопедия – / Wikipedia. - Электронные данные. Режим доступа свободный: URL.: https://ru.wikipedia.org/wiki/Осадочный_чехол (дата обращения 28.01.2023)
6. Wikipedia. свободная энциклопедия – / Wikipedia. - Электронные данные. Режим доступа свободный: URL.:<https://ru.wikipedia.org/wiki/Суперконтинент> (дата обращения 24.01.2023)
7. Wikipedia. свободная энциклопедия – / Wikipedia. - Электронные данные. Режим доступа свободный: URL.:https://ru.wikipedia.org/wiki/Тектоника_плит (дата обращения 30.01.2023)

*Тектоника стадухинского сегмента зоны перехода Южно-Анжуйский океан – Чукотский микроконтинент в поздней юре-раннем мелу. Моисеев А.В. *
(Геологический институт Российской академии наук; Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Оржоникидзе, e-mail: toartem@yandex.ru), Ульянов Д.К. (Геологический институт Российской академии наук, urfin1995@gmail.com), Ерофеева К.Г. (Геологический институт Российской академии наук; Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Оржоникидзе, e-mail: xenin.erofeeva@ya.ru)*

Аннотация

Представлены новые данные по геохимическому, изотопному (Sr, Nd) составам эффузивных и эксплозивных пород оксфорд-кимериджского Кораньвеемского комплекса, а также U-Pb датирования обломочных зерен циркона из позднеюрских туфо-терригенных пород Стадухинского сегмента зоны перехода Южно-Анжуйской

сутуры и Анюйско-Чукотской складчатой области. Доказано, что эффузивные, эксплозивные породы и дайки были сформированы из одного источника в пределах различных структур внутриокеанической конвергентной границы (задуговой бассейн и/или островная дуга). Конкордатные U-Pb возраста цирконов из даек составляют 143 ± 1 - 140 ± 1 млн лет, что существенно омолаживает верхний возрастной предел надсубдукционного вулканизма, до берриасского века. Показано, что основным источником обломочного материала являлись породы Чукотского микроконтинента (интервалы 2,1- 1,8 млрд лет и 500-220 млн лет). Для оксфорд-кимериджских и волжских пород характерны цирконы синхронные с осадконакоплением (161-150 млн лет), что доказывает существование Кульпольнейской энсиматической дуги в течении всей поздней юры.

Ключевые слова

Арктика, Чукотка, U-Pb возраст, обломочные цирконы

Источники финансирования

Работа проведена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 20-17-00197 и в соответствии с планом научно-исследовательских работ ГИН РАН.

Теория

Для позднеюрского-раннемелового времени существует несколько геодинамических сценариев для зоны перехода Южно-Анюйский океан и Чукотский микроконтинента. В работе (Натальин, 1984) большинство позднеюрско-раннемеловых вулканогенно-осадочных комплексов были отнесены к Нутесынской вулканической дуге Андийского типа, возникшей на краю Чукотского микроконтинента. В работах (Соколов и др., 2001) вблизи Чукотского микроконтинента была реконструирована оксфорд-кимериджская энсиматической островная дуга (Кульпольнейская) с южной (от микроконтинента) полярностью. С волжского времени до готерива отмечается существенное сокращение океанического пространства и формирование остаточного Южно-Анюйского турбидитового бассейна.

Основываясь на изучении обломочных пород поздней юры – раннего мела Чукотской складчатой системы было предположено существование двух дуг со сменой полярности (Ватрушкина, 2021). Состав оксфорд-кимериджских песчаников указывает на размыв пород Чукотского микроконтинента (зерна $\sim 1,9$ млрд лет, ~ 380 , 250 млн лет) и единичные зерна 159-156 млн лет, предположительно из одновозрастной Кульпольнейской внутриокеанической дуги. Для песчаников волжского времени отмечается резкая смена источников сноса, преобладают (до 86 %) зерна 149-140 млн лет, в составе встречается галька вулканитов надсубдукционного генезиса (U-Pb, 147 ± 1 млн лет). Для объяснения смены и состава источников сноса было предположено, что в волжское время Кульпольнейская дуга прекратила свое существование и была аккретирована к краю Чукотского микроконтинента, на краю которого была заложена новая окраинно-континентальная дуга (Нутесинская).

В данной работе представлены результаты полевых исследований позднеюрских – раннемеловых толщ северной части Южно-Анюйской сутуры и южной части Анюйско-Чукотской складчатой области. В работе приведены данные U-Pb

Датирование акцессорного и обломочного циркона из изученных пород. Датирование осуществляется для уточнения существующих тектонических моделей.

Геологическое строение. Район исследования расположен вблизи реки Нутесын, притока р. Малый Анюй. Породы включены в состав покровно-складчатого комплекса и смяты в наклонные и опрокинутые складки северной vergentности. Верхнее структурное положение занимают комплексы Южно-Анюйской сутуры, которые надвинуты на породы Анюйско-Чукотской складчатой области.

Южно-Анюйская сатура. Кораньвеемский комплекс представлен лавовыми покровами базальтов с пачками гиадокластитов и глинисто-кремнистых пород. По бухиям возраст вмещающих пород оксфорд-кимеридж (Шеховцов, Глотов, 2001). По оценкам (Шеховцов, Глотов, 2001) общая мощность толщи 850-1100 м. Составы вулканических пород были изучены и приведены в тексте работы. Из слоя туффилов кораньвеемской толщи взята проба для U-Pb датирования (обр. 19-025-06). Вулканические породы оксфорд-кимериджа прорваны множеством даек. Было выделено две фазы. Первая представлена гипабиссальными породами основного-кислого состава (долеритами, диорит-порфирами, плагиогранит-порфирами), которые деформированы вместе с вулканитами. Дайки первой фазы рассматриваются нами как часть Кораньвеемского комплекса и их вещественный состав и возраст приведены в работе. Более поздняя фаза, представлена дайками кислого состава, которые, скорее всего, связаны с позднемеловыми вулканитами.

Чукотская складчатая система. Здесь распространены преимущественно терригенные толщи триаса - раннего мела. Позднеюрские породы включены в состав двух толщ. На границе Южно-Анюйской сутуры и Анюйско-Чукотской складчатой систем узкой прерывистой полосой прослеживаются отложения Тэтэмвеемской толщи. Они представлены туфогенными песчаниками, алевролитами и редкими прослоями гравелитов. Мощность толщи 200-300 м. В пределах толщи собрана многочисленная волжская фауна (Шеховцов, Глотов, 2001). Толща опробована по простиранию на протяжении ~25 км (обр. 19-078-01, 19-050-01, 19-046-01).

Методы. U-Pb датирование обломочных зерен циркона (метод LA-ICP-MS) проведено в Геологическом институте РАН (г. Москва). U-Th-Pb датирование акцессорных цирконов осуществлялось на вторично-ионном микрозонде SHRIMP-II в центре изотопных исследований ВСЕГЕИ. Вещественный состав пород определялся в лаборатории ГИН РАН (г. Москва) методами XRF и ICP-MS.

Результаты. Вулканиты и туфы кораньвеемской толщи соответствуют низкокальциевой островодужной толеитовой серии. По содержанию SiO₂ большая часть вулканитов отвечает базальтам (n=7/13), андезибазальтам (n=5/13) и один анализ – андезиту. Содержание TiO₂ находится от 0.8 до 2.6 мас. Особенности распределения РЗЭ соответствуют островодужному типу с преобладанием легких над средними и тяжелыми РЗЭ (рис. 1а). Мультиэлементные спектры однотипны и сходны со спектрами вулканитов Марианской дуги, отмечаются преобладание крупноионных литофильных элементов над высокозарядными, Nb-Ta и Р отрицательные аномалии и Рb положительная аномалии (см. рис. 1б). Вулканические породы характеризуются положительными значениями εNd (+8 - +10.1).

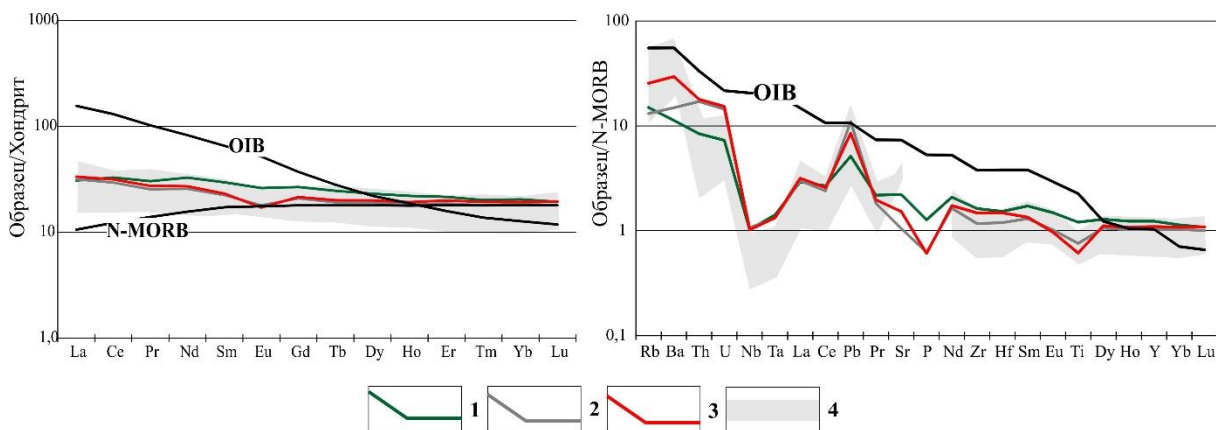


Рисунок 1. Рис. 1. Хондрит-нормализованные распределения РЗЭ (а) и спайдерграммы редких элементов, нормированных на состав N-MORB (б). Значения для нормирования (Sun, McDonough, 1989)

1 – 3 – усреднённые составы вулканических и гиабиссальных пород Кораньвеемского комплекса: 1 – вулканиты (n=15); 2 – туфы (n=5); 3 – диориты и плагиограниты (n=7); 4 – область составов Марианской дуги.

Содержания рассеянных и редкоземельных элементов из даек первой генерации сходны с вулканитами. Отмечается более высокая степень обогащения крупноионными литофилами относительно высоко зарядных элементов. Конкордантные значения возраста цирконов из даек составляют 140 ± 1 и 143 ± 1 млн лет.

Для туффита 19-025-06 (Кораньвеемский комплекс) докембрийские зерна составляют 50% и группируются в интервале 1,9-2,1 млрд лет. Раннепалеозойские зерна (~11%) образуют слабовыраженные пики 521, 427 млн лет. Позднепалеозойские зерна (~33 %) образуют пики 312 и 262 млн лет. Самые молодые зерна (3%) образуют пик 159 млн лет. Распределение возрастов обломочных зерен циркона из Тэтэмвеемской толщи сходно для всех трех проб. Докембрийские зерна составляют 45-53 % и группируются в интервале 1,84-2,05 млрд лет. В образцах 19-046-01 и 19-050-01 почти полностью отсутствуют (до 2 %) зерна в интервале 1840-540 млн лет, в образце 19-078-01 их количество составляет 24% (n=8/33). Раннепалеозойская популяция отмечается только для пробы 19-078-01, где она составляет 12% (n=4/33) с пиками 480, 430 млн лет. Девон-триасовые обломочные зерна цирконов составляют 36-39%, с пиками 274, 267, 240 млн лет. Юрские зерна цирконов составляют 3-13%, с пиками 166, 157, 150 млн лет.

Выводы

Представленные данные указывают, что вулканические породы оксфорд-кимериджа и секущие их дайки (1-ая фаза) были сформированы из магм близкого состава и, вероятно, из одного источника. Соотношение изотопов, составы петрогенных и рассеянных элементов свидетельствуют об образовании пород в надсубдукционной обстановке из обедненного мантийного источника и указывают на сходство с вулканитами Марианской островодужной системы. С вулканитами задугового спрединга изученные породы сближает высокое содержание TiO_2 (0.7-2.6 мас. %), что не характерно для островодужных вулканитов.

Для всех юрских туфо-терригенных пород характерно преобладание до юрских зерен циркона, где доминируют возраста с интервалами 2,1- 1,8 млрд лет и 500-220 млн лет. Основным источником обломочного материала являлись породы Чукотской

микроконтинента, где интенсивно перемывались триасовые терригенные породы, последние обладают сходным распределением возрастов зерен циркона. В породах Кораньвеевского комплекса и Тэтэмвеевской толщи присутствуют цирконы 161-150 млн лет, которые поступали в бассейн одновременно с осадконакоплением и скорее всего связаны с пирокластической деятельностью. В случае с оксфорд-кимериджским Кораньвеевским комплексом, пирокластических материал мог поступать из внутриокеанической Кульпольнейской дуги. Отсутствие значимых изменений в распределении возрастов цирконов для волжской Тэтэмской толщи исключает значительные тектонические перестройки в это время, что противоречит модели (2) для Стадухинского сегмента. Вероятно, в данном сегмента в волжское время Кульпольнейская дуга продолжала свое существование.

Полученные результаты позволяют реконструировать палеотектонический профиль Стадухинского сегмента зоны перехода Южно-Анжуйский океан-Чукотский микроконтинент для оксфорд-волжского времени: а) внутриокеаническая Кульпольнейская дуга с северной (в сторону микроконтинента) полярностью; в) в тылу островной дуги существовал окраинноморский бассейн с океанической корой, в его пределах накапливались дистальные турбидиты сносимые с края Чукотской микроконтинента; г) Чукотский микроконтинент с пассивной окраиной.

Библиография

1. Ватрушкина Е. В. Верхнеюрско-нижнемеловые осадочные отложения Западной Чукотки Труды Геологического института Вып. 625. Москва: ГЕОС, 2021 168 с.
2. Натальин Б. А. Раннемезозойские эвгеосинклинальные системы в северной части Циркум-Пацифики// М.: Наука. 1984. 136 с.
3. Соколов С.Д., Тучкова М.И., Бондаренко Г.Е. Тектоническая модель Южно-Анжуйской сутуры и ее роль в формировании структур Восточной Арктики // Строеение и история развития литосферы. М.: Paulsen, 2010. С.204-227.
4. 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.
5. Sun S.S., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implication for mantle composition and processes / Eds. A.D. Saunders and M.J. Norry // Magmatism in the oceanic basins, Geol. Soc. Spec. Publ, 1989. N. 42. P. 313–345.

Анализ условий размещения горючих сланцев на месторождении Сангрунтау Каракатинской впадины. Нуртаев Б.Х. (Докторант Навоийского отделения Академии наук Республики Узбекистан, burxon.nurtayev.87@bk.ru). Назаров У.Х. (Стажер-исследователь Навоийского отделения Академии наук Республики Узбекистан, nazarovuzruh@gmail.com)*

Аннотация

В данном научном исследовании представлен анализ условия размещения и геологического строения горючих сланцев на месторождении Сангрунтау Каракатинской впадины. Исследованы палеогеновые горючие сланцы месторождения Сангрунтау.

Ключевые слова

Горючие сланцы, шурф, штрек, полевой шпат, кварц, песок, известняк, песчаник, мергель, палеоцен, эоцен.

Теория

Месторождение Сангрунтау обрамляет юго-восточную и северо-восточную оконечность гор Сангрунтау и Нура и административно относится к Тамдынскому району Навоийской области Республики Узбекистан, в 110 км к северу от города Зафарбад. Ближайшая железнодорожная станция находится в 90 км западнее месторождения Сангрунтау [1].

Месторождение горючих сланцев Сангрунтау подразделяется на две части: южную и северную, характеризующихся разнонаправленным падением пластов. Южная часть площади приурочена к Каракатинской впадине и обрамляет г. Сангрунтау и г. Нура с юга с падением пластов $2-5^0$ в южных румбах. Северная часть Восточно-Кызылкумской впадины обрамляет г.Нура с северо-востока и востока с падением пластов в северных румбах под углом $2-3^0$. Геологический разрез по южной и северной части практически одинаков, но наиболее хорошо изучена южная часть месторождения, в связи с наличием подземных горных выработок (шурфов и одного штрека). Детальное описание южной части месторождения Сангрунтау приведено в отчете «Разведка, предварительная и детальная оценка месторождения горючих сланцев Сангрунтау и поиски на его флангах» [2].

Северная часть месторождения Сангрунтау

Северная часть площади месторождения изучалась бурением вертикальных колонковых скважин. Пласт горючих сланцев прослежен на протяжении 17 км с запада на восток и по падению до 12 км с юга на север до глубины 200 м.

Геологический разрез аналогичен с разрезом южной части месторождения, но имеются некоторые различия. Пласт горючих сланцев нигде не выходит на дневную поверхность. Минимальная глубина вскрытия пласта составила 19,2-21,2 м (скв. 7/32), при мощности пласта 2,0 м с выходом сланцевой смолы 3,3%. Сланец окисленный ожелезненный, перекрыт чехлом четвертичных отложений мощностью 16 м. Мощность зоны окисления составляет 20-40 м.

Еще одной отличительной чертой северной части Сангрунтау является увеличение мощности четвертичных отложений до 30 метров, что говорит о наличии предгорной впадины и интенсивном сносе в котловину терригенного материала. С удалением от горной возвышенности тектоническая нарушенность уменьшается, что и наблюдается в блоке 2-3-С₂, площадь которого составляет 49,7 кв.км. Горючий сланец залегает на глинах, что создает благоприятную обстановку для отработки данного блока. Исключение составляет только одна скважина на крайнем юге – скважина 9/26 с глубиной подсечения пласта 34,4-34,8 м. Мощность пласта в северном Сангрунтау

несколько уменьшается по сравнению с южным Сангрунтау (в среднем по блокам 1,55-1,96 м) от 0,8 м до 2,4 м, составляя в среднем 1,21 и 1,64 м.

Сопоставление разрезов приведено по скважинам пробуренные с запада на восток в северной части Сангрунтау. Разрез северной части Сангрунтау аналогичен разрезу южной части, только скважиной 9/26 на крайнем юге северной части Сангрунтау пласт горючих сланцев мощностью 0,4 м залегает непосредственно на песках.

Мощности пласта по блокам варьируют от 1,21 м до 1,64 м (отклонения от средней мощности 1,50 м не превышают 15,0%).

Верхний мел - палеоцен (нерасчлененные отложения)

Представлены они кварцевыми, полевыми шпат-кварцевыми песками и известковистыми песчаниками, сливными песчаниками, песчанистыми ракушняками и мергелями. В основании толщи лежит горизонт мелкогалечного конгломерата, переходящего в грубообломочный мощностью от 0,4 до 2,5 м. Песчаники однородные, немного рыхловатые, среднезернистые коричневато-рыжевато-го цвета.

Песчаники представлены разнозернистыми разностями с преобладанием обломков среднезернистого размера (0,25-0,5мм). Форма обломков окатанно-полуокатанная, редко угловатая и представлена преимущественно кварцем (65-75%), плагиоклазом и калиевым полевым шпатом (5-8%), редко кремнистыми породами, цирконом, турмалином. Цемент песчаных пород преимущественно пленочно-контак-товый, с участками заполнения пор, по составу железисто-гидрослюдистый с примесью алевритового материала и карбоната, по структуре пелитоморфно-микрозернистый. На цемент приходится 15-25%.

Нижний эоцен (сузакские слои, полезная толща)

Отложения сузакских слоев согласно залегают на образованиях верхнего палеоцена и представлены битуминозными глинами с одним пластом горючих сланцев, прослоями мергелей, бентонитоподобных глин, маломощным прослоем органогенных известняков, битуминозными глинами с пластом горючих сланцев.

Битуминозные и алевритистые глины темно-серые, однородные с тонкоплитчатой отдельностью. Местами отмечаются прослои достигающие до 2 м обогащенные песчанис-той составляющей, представленной хорошо окатанными зернами кварца. Порода слабо уплотненная рыхловатая. Отмечаются сантиметровые прослойки гипса и арагонита.

Глины, подстилающие горючие сланцы, помимо терригенной примеси содержат примесь вулканогенно-пирокластического мелкообломочного материала, представленного обломками девитрифицированного стекла и андезитов.

Мощность отдельных слоев глин меняется от 4,5 м до 85 м. К нижним частям разреза на расстоянии от 30 м до 0,5 м от подошвы сузакских слоев приурочен пласт металлоносных горючих сланцев. Мощность пласта колеблется от 0,6 м до 2,5м, в среднем 1,76 м. Этот пласт горючих сланцев сопровождается сверху и снизу каймой битуминозных алевритистых глин мощностью от 0,5 до 5-6 м.

Горючий сланец коричневато-темный, местами почти черный, тонко - и мелко слоистый, плотный, с прослойками загипсованных пород, с мелкими многочисленными остатками зубов и чешуи ископаемых рыб. Структура массивная, сланцеватая. Не окисленный горючий сланец горит от спички, издавая запах жженой резины. Морфология пласта горючих сланцев простая: верхний контакт горючих сланцев с перекрывающими битуминозными глинами четкий, ровный, часто подчеркнут тонкими прожилками гипса, а нижний контакт неровный извилистый осложнен наличием

обломков битуминозных глин, сильно запесоченный, что зафиксировано в южной части площади месторождения Сангрунтау в шурфе №6, штреке №1 из шахты № 1(рис.1)

Нижнеэоценовые отложения пронизаны пологозалегающими разломами, смещающие пласт горючих сланцев на расстояние до 20-50 см. Разломы представлены на рис.2 и 3 в виде трещин иногда выполненных ожелезненным милонитом, иногда в виде притертых трещин [3,4].

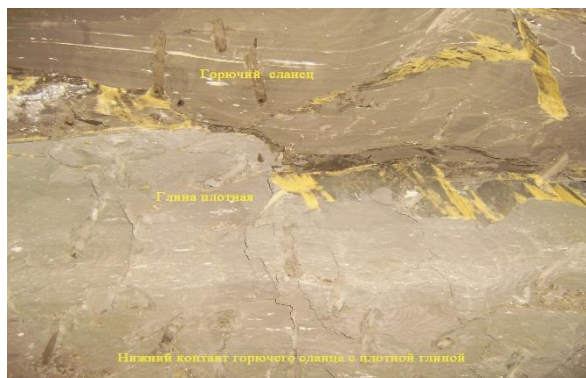


Рисунок 1. Верхний контакт горючих сланцев с битуминозными глинами шурф №6

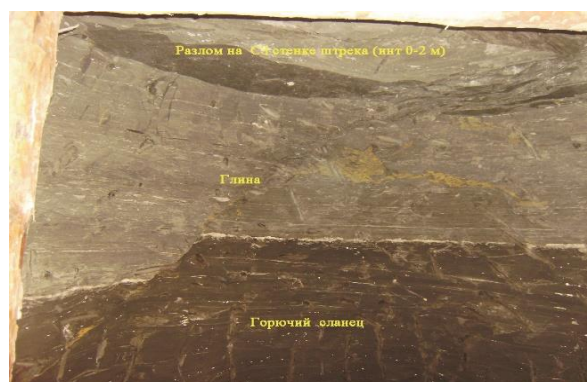
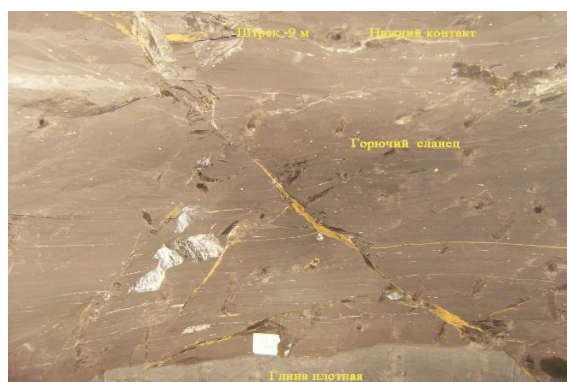


Рисунок 2. Разлом в горючих сланцах и глинах (штрек № 1)

Рисунок 3. Разлом в горючих сланцах и глинах

Выводы

1. В геологическом строении месторождения Сангрунтау принимают участие осадочные образования мезокайнозоя, представленные песчаниками, глинами, мергелями и песками мела, палеогена, неогена и четвертичные отложения. Основную ценность представляет пласт горючих сланцев и частично вмещающие глины.

2. Мощности горючих сланцев варьируют от 0,50-3,0 м. По изменчивости мощности пласты относятся к относительно выдержанным и имеют простое строение. По сложности геологического строения месторождение отнесено ко II группе сложности.

3. Необходимо провести более детальное изучение и анализ месторождения Сангрунтау.

Библиография

1.Евдокимов Л.А., Кудинов А.А., Василев П.Д. Металлоносные горючие сланцы -

источник расширения топливно-энергетического баланса и сырьевой базы радиоактивных и редкоземельных металлов. // Горный вестник. 2007 С. 21-24.

2. Нишонходжаев Р.Н., Семашева И.Н., Капустенский У.Д. К геохимии в туранских горючих сланцах // Научные труды. ТашГУ. 1974. Вып. 438. С. 141-148.

3. Соатов И.С., Эшпўлатов О.С. Бассейны горючих сланцев в Узбекистане. // Экономика. Научно-аналитический электронный журнал. № 3. Июль 2022 С. 72-73.

4. Шарипов Х.Т., Абдиев О.Н., Ашуров Б.Х., Турсебеков А.Х., Василевский Б.Б., Рахимов Р.Р. /Перспективы освоения месторождения горючих сланцев Республики Узбекистан. // Технология переработки местного сырья и продуктов: Третья Республиканская научно-техническая конференция-Ташкент. 2008. 124с

Результаты анализов органической части эоценовых отложения (на примере Каракатинской впадины, Узбекистан). Нуртаев Б.Х. (Докторант Навоийского отделения Академии наук Республики Узбекистан, burxon.nurtayev.87@bk.ru)

Аннотация

В тезисе приведены данные о органическом составе горючих сланцев Сангрунтайского месторождения, проведены несколько анализов и получены результаты. Органический состав горючих сланцев содержит алюмосиликаты и карбонаты, и были найдены почти все редкие элементы.

Ключевые слова

Горючие сланец, битум, бензол, хлороформ, гуминовая кислота.

Теория

Каракатинская впадина обрамляет юго-восточную и северо-восточную оконечность гор Сангрунтау и Нура и административно относится к Тамдынскому району Навоийской области Республики Узбекистан, в 110 км к северу от города Зафарабад. Ближайшая железнодорожная станция находится в 90 км западнее месторождения Сангрунтау. [1]

В непосредственной близости от площади работ (15км) юго-западнее месторождения Сангрунтау расположен урановый рудник Лявлякан, к которому подведена высоковольтная линия электроснабжения. Непосредственно на участке в южной части площади месторождения проходит низковольтная линия электроснабжения (6 квт) и две ветви газопровода Казахстан и Китай, параллельно друг другу. Ситуационный план представлен на рис.1.

Выделение и анализ органической части горючего сланца пока является проблемой. Информация о наличии в горючих сланцах органических веществ (ОВ) и их составе позволяет определить оптимальный метод проба-подготовки в аналитических исследованиях сланца, а также определить путь поиска конкурентоспособной технологии его переработки.

Из известных *методов изучения органики* можно отметить:

1. Микроскопические методы и микрозондирование. Они позволяют установить морфологию, размер и прочие характеристики ОВ и, в сочетании с химическими и петрографическими исследованиями (петрографоморфологическими в поляризационном свете с люминесцентно-микроскопическим излучением), позволяют получать данные, которые после экстраполяции используются для оценки ОВ.

2. Термобарогеохимические и термографические методы используют для изучения минералогической керогенной части сланца и битуминозных компонентов.

В связи с этим, известна схема селективного выделения отдельных фрагментов органических веществ из минерализованной породы, которая осуществляется путем выполнения следующих последовательных операций:

-измельчение породы до крупности зерна 0,25 мм; определение Сор_г, для чего порода обрабатывается соляной кислотой и сжигается в печи элементного анализа;

-выделение «Битумоида А» из оставшейся породы экстракцией хлороформом и удалением S⁰ из экстракта ртутью или медью;

-выделение «Битумоида С» экстракцией спиртобензолом остатка после выделения «Битумоида А»;

-выделение гуминовой кислоты из остатка породы, очищенного от «Битумоида С» обработкой 0,5-1,0%-ной NaOH (или KOH);

-*выделение керогена обогащением остатка породы обработкой плавиковой кислотой.*

Все фракции подвергаются анализу группового состава и характера связей в молекулах органических веществ (ОВ) методом инфракрасной спектроскопии, а также детальному и полному анализу состава и структуры ОВ методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Кроме этого, во всех фракциях определяются неорганические элементы.[2]

В работе нами было использовано методики Султанова (2015) определения органических веществ в горючих сланцах :

1. Отбор проб и подготовка образцов по ГОСТ 10742-71 «Угли бурые, каменные, антрацит, горючие сланцы и угольные брикеты. Метод отбора проб для лабораторных испытаний».

2. Определение содержания *солянокислой фракции* органических веществ в сланцах производят по следующей методике:

раствора серной кислотой аналогично определению гуминовых кислот в углях по ГОСТ 9517-76 «Угли бурые и каменные. Метод определения выхода гуминовых кислот».

3. Определение содержания *хлороформной фракции* органических веществ в сланцах производят в осадке после выделения гуминовой кислоты: осадок промывают на стеклянном фильтре дистиллированной водой до нейтральной реакции, затем сушат в вакуумном шкафу при 50⁰С до постоянного веса и переносят в колбу с притертой пробкой. В колбу добавляют 100 мл хлороформа и взбалтывают в течение 30 мин. Суспензию отфильтровывают на стеклянном фильтре, затем переносят в колбу и повторяют экстракцию хлороформом и фильтрацию. Полученный раствор хлороформа объединяют и с помощью перегонного аппарата отгоняют хлороформ до остаточного количества раствора 10-20 мл. Концентрат и раствор хлороформа от промывки отгоночной системы объединяют и заливают во взвешенный бюкс. Бюкс помещают в вакуумный сушильный шкаф и сушат до постоянного веса при комнатной температуре. По разнице весов бюкса пустого и с пробой определяют содержание хлороформной фракции органических веществ в сланце.[3]

5. Определение содержания *фтористоводородной фракции* органических веществ в сланцах производят в осадке после выделения хлороформной фракции: осадок сушат до постоянного веса и количественно переносят в стакан из полиэтилена или пропилена объемом 200 мл, заливают 100 мл дистиллированной воды и добавляют 20 мл 30%ного раствора HF. Суспензию тщательно перемешивают, закрывают стакан полиэтиленом и оставляют на 5 часов. Затем, органическое вещество собирают фильтровальной бумагой, предварительно высушенной и взвешенной, которую сушат

при 50⁰С в вакуумном шкафу до постоянного веса. По разнице весов определяют содержание фтористоводородной фракции в сланце.[4]

6. Содержание органических веществ в горючих сланцах определяют по сумме всех выделенных фракций.



Рисунок 1. Ситуационный план месторождения горючих сланцев Сангрунтау
Масштаб 1:1000000

Выводы

Таким образом на основании вышесказанного, по вещественному составу горючих сланцев и методам их анализов, можно сделать нижеследующие выводы:

1. Значительная часть металлов содержится в органической части сланцев, где они образовались за счет биоаккумуляции металлов растениями, из которых в процессе биогеохимических преобразований сформировалась органическая компонента ГС – кероген и битумоиды, обогащенная ценными металлами.

2. В неорганической части горючих сланцев преобладают алюмосиликаты, карбонаты, где в разных количествах присутствуют почти все редкие элементы.

3. Объём газовых включений (флюидов) в 1 тонне горючих сланцах составляет около 60 м³ и предположительно содержат ценные металлы.

4. Занижение результатов элементных анализов горючих сланцев связано в основном с влиянием органических веществ, которые способны инициировать химические реакции с образованием либо летучих, которые образуются при высокотемпературной пробоподготовке (обжиг или пробирная плавка навески материала), либо твердых фаз, образующихся в результате сорбции элемента на углерод содержащей матрице сырья, которые в процессе пробоподготовки химически не разлагаются, а значит, и не измеряются.

Библиография

1. Борминский С.И. Комплексная технология переработки горючих сланцев //Прикладной проект. ГП «НИИМР» Госком-геологии РУз. 2012 г.

2. Борминский С.И. Способ переработки горючих сланцев // Патент РУ № ИАП 3019,2002г.

3. Исоков М.У., Туресебеков А.Х., Борминский С.И., Василевский Б.Б., Шарипов Х.Т., Дерюгин Е.К. Геохимия и минералогия горючих сланцев Узбекистана // Отв.ред. Б.А.Исаходжаев; Госкомгеологии РУз, ГП «НИИМР», Институт геологии и геофизики АН РУз, Минво ВиССО РУз, Ташкентский ХТИ. –Т.: ГП «НИИМР», 2013. -78с.

4. Курбанов Ш.М. Разработка технологии переработки горючих сланцев Кызылкумов // Автореф. Диссерт на соискание ученой степени к.т.н.: - Навои: 2011г. -20с.

Электроразведочная аппаратура для исследования карстового провала. Петина В.А. (Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе, vicka.petina@yandex.ru), Научный руководитель: Щербакова Ксения Олеговна (Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе, scherbakovak@mgi.ru), соавтор: Овезов Батыр Аннамухаммедович (Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе, ovezovba@mgi.ru), Календарова Лейли Рустамовна (Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе, kalendarovalr@mgi.ru)*

Аннотация

Актуальная на сегодняшний день проблема развития карстовых провалов. Из-за них могут возникнуть значимые ущербы экономического, экологического и социального характера. Карстовые процессы очень активны на территории Российской Федерации. Чтобы не произошло нового карстового процесса, для предотвращения нужны новые методы.

Ключевые слова

Карст, карстовый провал, выщелачивание горных пород, электроразведочные методы.

Теория

В процессе карстового провала [2] происходит растворение или выщелачивания растворимых горных пород подземными и поверхностными водами, образуя полости под землей. Разрушаются породы, состоящие в основном из известняков, доломитов, мела. Верхний слой почвы, не способный долго держать нагрузку, обрушивается, вследствие чего возникают воронки (рис. 1) или провалы разных форм, которые, оказывают значительное влияние на все компоненты природного ландшафта и хозяйственную деятельность человека[7].

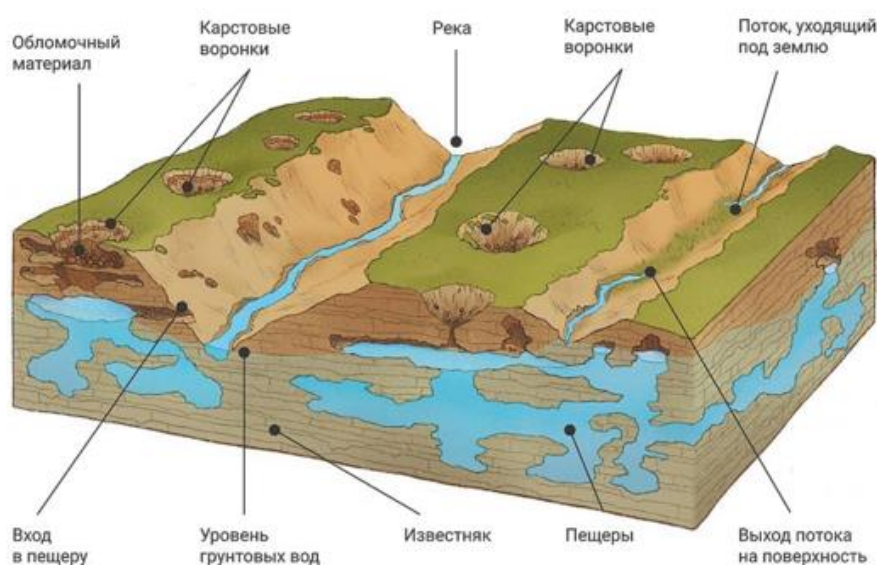


Рисунок 2. Виды карста

Но на развитие карстовых процессов играют роль ведь не только карстующиеся горные породы, но также климатические условия среды: осадки по сезонам года, температурный режим; гидрологические условия; наличие растительности; ровная поверхность [3]. Деятельность человека тоже играет роль в образовании карстового провала. Происходит это под действием различных выбросов в атмосферу, из-за чего идет формирование кислотных дождей, обработки дорожных покрытий едкими веществами, ведением подземных горных работ, например, шахт по добыче каменной соли, ведь выработки горных пород обедняют почву, тем самым тоже обрушиваются.

Для предотвращения карстовых провалов нужны различные методы для их обнаружения [4]. Поэтому можно воспользоваться электроразведочными методами [1], заключающиеся в наблюдении и изучении распределения характеристик электромагнитных полей, электрических свойств среды, на которую это поле действует. Методы электроразведки применяются для решения ряда специальных задач таких, как гидрогеологических, инженерно-геологических изысканиях и различного рода специальных съемках, для построения геологического разреза, поисков полезных ископаемых.

Рассмотрим метод зондирования становлением поля в ближней зоне.

Метод ЗСБ используется на изучении поля переходных процессов, которое возбуждается в земле при изменении тока в источнике. Измеряемое поле несет информацию об изменении электрических свойств пород с глубиной, то есть о строении геоэлектрического разреза, также содержание сведений об исследуемой среде, что и поможем определить карстовую зону [5].

Данный метод помогает подробно исследовать разрез от первых десятков метров до более 300-400 метров, благодаря чему можно выявить зоны пустот. В число главных блоков аппаратуры метода ЗСБ входят: генераторное и измерительное устройства, блок управления, обеспечивающий синхронизацию работы генератора и измерителя, установка, заключающаяся из незаземленных генераторной и приемной петель, которые расположены на поверхности земли в виде квадрата, размеры которых рассчитываются требуемой глубиной исследования [6].

Предполагаемый метод позволит изучить состав территории карстовых зон созданием электромагнитного поля. Так как каждая порода имеет свое удельное сопротивление, следовательно, она по-разному будет пропускать через себя электромагнитный ток. С помощью датчиков она будет фиксироваться, таким образом, будет появляться геоэлектроразрез, с помощью которого можно выявлять область карстовых пустот.

Главными преимуществами метода ЗСБ – глубинные исследования, экономность, достоверность, применяемость в различных климатических условиях, получение геоэлектрического разреза (рис.2), выделение разрывных нарушений и оценивание тектонической обстановки участка. При таких данных параметров метода ЗСБ можно обнаруживать карстовые провалы, а самое главное их предотвращение.

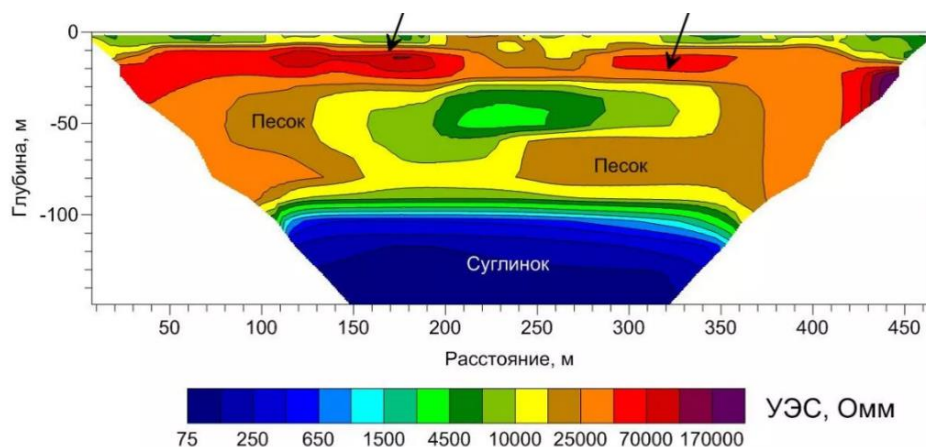


Рисунок 3. Пример геоэлектрического разреза

Выводы

Карст образовывается несколько сотен миллионов лет, и под землей образованная полость считается безопасной около 5 лет, поэтому за этот промежуток времени, если сразу обнаружить пустоту, то можно предотвратить. Чаще всего полости возникают на месте старых провалов или вблизи их. Следовательно, эти территории предлагаю исследовать методом ЗСБ для обнаружения возможной новой полости. С карстом можно и нужно бороться!

Библиография

1. Генераторы сейсмических колебаний невзрывного типа использующие в качестве энергоносителя бензин-кислородные смеси, обогащенные водородом / Т. Т. Мажренова, А. М. Машкова, Н. В. Соловьев [и др.] // Деловой журнал Neftegaz.RU. – 2022. – № 3(123). – С. 20-23. – EDN GCUPFF.
2. Лунегова М. С. Понятие и механизмы образования карстовых провалов // Сборник научных трудов по материалам IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых в 2 томах, 2016. С. 433—436.
3. Овезов, Б. А. Керн повышенной информативности / Б. А. Овезов, К. О. Щербакова, А. С. Повалихин // Новые идеи в науках о Земле : Материалы XIV Международной научно-практической конференции: в 7 томах, Москва, 02–05 апреля 2019 года. Том 4. – Москва: Российский государственный геологоразведочный университет им. С. Орджоникидзе, 2019. – С. 282-283. – EDN VUDEZN.
4. Овезов, Б. А. Технология проведения геофизических исследований в процессе отбора ориентированного керна / Б. А. Овезов // Стратегия развития геологического исследования недр: настоящее и будущее (к 100-летию МГРИ-РГГРУ) : Материалы Международной научно-практической конференции. В 7-ми томах, Москва, 04–06 апреля 2018 года. Том 3. – Москва: Российский государственный геологоразведочный университет им. С. Орджоникидзе, 2018. – С. 203-205. – EDN XSGKOT.
5. Певзнер М.Е. Горная экология // Издательство Московского государственного горного университета, Москва, 2017 г. С.333
6. Петина, В. А. Методы исследований карстовых провалов / В. А. Петина, Б. А. Овезов // Проблемы разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых. – 2022. – Т. 1. – С. 107-110. – EDN POMJQC.
7. Проектирование цементных растворов для глубоких, высокотемпературных наклонно-направленных скважин / Е. В. Орленкова, Н. В. Соловьев, К. О. Щербакова, Б.

А. Овезов // Деловой журнал Neftegaz.RU. – 2022. – № 7(127). – С. 50-52. – EDN ОТОНJA.

8. Создание и визуализация базы данных по результатам мониторинга Надымского геокриологического стационара / А. А. Щербакова, А. М. Машкова, О. Е. Пономарева [и др.] // Деловой журнал Neftegaz.RU. – 2022. – № 3(123). – С. 90-92. – EDN VTVKWX.

9. Щербакова, К. О. Прикладные задачи современной наземной и низковысотной магниторазведки / К. О. Щербакова, Б. А. Овезов // Новые идеи в науках о Земле : Материалы XIV Международной научно-практической конференции: в 7 томах, Москва, 02–05 апреля 2019 года. – Москва: Российский государственный геологоразведочный университет им. С. Орджоникидзе, 2019. – С. 502-503.

10. Boiko, A. Development of a geophysical neutron logging device with equipment for exciting and stopping the synthesis reaction / A. Boiko, B. A. Ovezov, K. O. Shcherbakova // Нефтегазовые Горизонты, 16–19 ноября 2021 года, 2021. – С. 117-119. – EDN JHHCQR.

Новые маршруты на учебной геологической практике для изучения отложений нижнего отдела каменноугольной системы в Калужской области. Погребс Н.А.
(МГРИ, pogrebsna@mgri.ru)*

Аннотация

Во время проведения учебной практики со студентами 1-го курса были разработаны новые маршруты для изучения разрезов нижнего отдела каменноугольной системы в действующих карьерах Калужской области.

В разрезах карьеров вскрыты отложения, представленные преимущественно карбонатными породами визейского яруса (алексинский, михайловский и веневский горизонты) и серпуховского яруса (тарусский и стешевский горизонты), в которых наблюдается большое количество органических остатков, позволяющее сделать выводы о возрасте изучаемых пород и условиях их образования.

Ключевые слова

Известняки, ниже каменноугольные отложения, алексинский, михайловский, веневский, тарусский и стешевский горизонты.

Теория

Летом 2022 года, в связи с увеличением срока практики, для студентов специальности «Прикладная геология» и арендой автобусов, появилась возможность изучения ниже каменноугольных отложений в действующих карьерах Калужской области. Отложения нижнего отдела каменноугольной системы в районе практики представлены преимущественно карбонатными породами визейского яруса (алексинский, михайловский и веневский горизонты) и серпуховского яруса (тарусский и стешевский горизонты).

Из литературных данных [1, 2] известно, что в раннекаменноугольную эпоху (турнейский, визейский и серпуховский века) территория современного Подмосковья была занята мелководным теплым морским бассейном. Из накопленных морских илов

сформировались известняки, мергели и глины. При эвстатических колебаниях уровня Мирового океана территория периодически становилась сушей, на которой формировалась сеть речных долин с накоплением аллювиальных (пески и глины) и озерно-болотных отложений (глины и алевроиты с прослоями углей).

В море обитали различные беспозвоночные животные – брахиоподы, кораллы, морские лилии, мшанки, моллюски. В толще воды плавали головоногие моллюски и хрящевые рыбы. Наиболее многочисленными были брахиоподы (более 200 видов), среди них самые крупные рода *Gigantoproductus* размером до 15-20 см. При отступлении моря на берегах и мелководье произрастали плауны, лепидодендроны и сигилирии, а также разнообразные папоротниковидные растения, из остатков которых формировались залежи торфа, который затем превратился в бурый уголь [3].

Во время полевой геологической практики работали в двух карьерах Калужской области – Товарковском (Жилетовском) и Зудна (Марухтинском). Товарковский карьер находится в Дзержинском районе, около дер Жилетово. В карьере разрабатываются известняки алексинского и михайловского горизонтов для получения разных по крупности марок щебня.

Алексинский горизонт вскрыт в нижней части карьера, он представлен среднеплитчатым зеленовато-серым мелкозернистым известняком с прослоями тонкоплитчатого известняка, слабо ожелезненного с гигантопродуктусами, мощностью 2 м. На границе с михайловским горизонтом отмечается прослой тостоплитчатого известняка, плотного, розовато-серого с карстовыми каналами, с ожелезнением по ним мощностью 0,5-0,7 м. В михайловском горизонте наблюдается известняк органогенно-детритовый, среднеплитчатый, в верхней части пятнами окрашенный в темно-серый цвет мощностью до 2 м. Выше в известняке появляются темно-серые тонкоплитчатые глинистые прослои толщиной до 0,5 м. Общая мощность преслаивающейся толщи 2 м (рис.1). На дне карьера в глыбах известняков алексинского и михайловского горизонтов отмечается большое количество органических остатков: колониальных и одиночных кораллов, гигантопродуктусов, корневых систем плаунов и хвощей (стигмарий) (рис. 2), многочисленные ходы червей и зоофикосы.



Рисунок 1. Описание продуктивного горизонта Товарковского карьера (алексинский и михайловский горизонты).

Веневский горизонт представлен известняками средне и тостоплитчатыми, трещиноватыми, в центральной части разреза темно-серый глинистый прослой, мощностью 4 м. Тарусский горизонт начинается толщей песков желтовато-серых с горизонтальной слоистостью, слабо ожелезненных, с линзами доломита мощностью 2 м, выше залегает черная углистая глина, под глиной осветление ожелезненного песка за счет восстановления железа (мощность прослоя 0,3-0,5 м). В верхней части отмечаются толстоплитчатые желтовато-серые сильно трещиноватые известняки мощностью 3-4 м.



Рисунок 2. Отпечатки корневой системы плауновидных растений (стигмари) в Товарковском карьере.

Карьер Зудна находится в Ферзиковском районе, около дер. Зудна, Переделки и Марухта. В настоящее время в карьере разрабатываются глины стешевского горизонта. Нижний слой глин темно-серого и черного цвета используют для добавок в кирпич, средний слой – серо-красных и коричневых глин – для получения керамзита. На Марухтинском участке проведены разведочные работы и оценены запасы известняков михайловского, веневского и тарусского горизонтов для производства щебня и гравия для строительных работ [4].

В нижней части карьера вскрыта толща известняков веневского горизонта. Прослой известняков светлых желтовато-серых, иногда пятнистых, плотных мощностью 0,5-0,8 м чередуются с тонкоплитчатыми зеленовато-серыми прослоями мощностью 0,2-0,3 м. В плитчатых известняках встречаются остатки гигантопродуктусов, брюхоногих моллюсков и мелких брахиопод, в плотных - мелкие жеоды кварца и кальцита. Мощность известняков 6-8 м. Выше залегает маломощный (1-2 м) слой известняков тарусского горизонта.

В продуктивном уступе карьера вскрыта толща стешевских глин. Нижняя часть разреза (мощность 2-4 м) представлена темно-серыми и черными плитчатыми среднепластичными глинами с остатками брахиопод, лилий и мшанок. Средняя часть (мощность 8-10 м) – красновато-коричневые глины, высокопластичные, с редкими прослоями зеленовато-серых известковистых глин мощностью 0,5 см. В верхней части разреза (мощность 6 м) глины серого цвета с прослоями толщиной 0,8-1 м насыщенными обломками мелких брахиопод, мшанок, члеников морских лилий. По составу глины в основном каолинитово-гидрослюдисто-монтмориллонитовые, иногда содержат хлорит с редкими конкрециями и гнездами пылеватого пирита. Выше в глинах появляются прослой доломитов мощностью 0,3-0,5 м (рис. 3).



Рисунок 3. Документация стешевских глин в карьере Зудна.

Выводы

Проведение практики в действующих карьерах Калужской позволяет детально изучить разрез ниже каменноугольных отложений, собрать коллекцию представительных литологических образцов и остатков фауны и флоры, сделать обоснованные выводы о возрасте изучаемых пород и условиях их образования.

Библиография

1. Кабанов П.Б., Алексеева Т.В., Алексеев А.О. Серпуховский ярус карбона в типовой местности: седиментология, минералогия, геохимия, сопоставление разрезов. Стратиграфия, геологическая корреляция, 2012, том 20, № 1, с 18-48.
2. Кузьмин А.Н., Кириков В.П., Лукьянова Н.В., Максимов А.В. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1: 1 000 000 (третье поколение) Серия Центрально-Европейская. Лист N-37-Москва. Объяснительная записка. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2015, 462 с.
3. Стародубцева И.А., Сенников А.Г., Сорока И.Л. и др. Геологическая история Подмосковья в коллекциях естественнонаучных музеев Российской академии наук. Отв. ред. А.С. Алексеев. ГГМ им. В.И. Вернадского РАН; Палеонтологический институт РАН. – М.: Наука, 2008, 229 с.
4. Шевцова И.П. Отчёт «О геологическом изучении (поиски, оценка) и разведке строительных известняков на участке Марухтинский-2 в Ферзиковском районе Калужской области», 176 стр. текста, 82 стр. текст. прил., 6 листа граф. прил., 15 билл., ООО НПП «ЦЕНТР-НЕДРА», г. Калуга, 2010 г.

*Решение задач учебной геологической практики с помощью геологических музеев.
Погребс Н.А.* (МГРИ, pogrebsna@mgri.ru)*

Аннотация

При проведении учебной геологической практики у студентов 1-го курса МГРИ для более полного и качественного решения ее задач, кроме полевых маршрутов на действующих и заброшенных карьерах и естественных обнажениях на берегах рек Московской области, в последние годы дополнительно используются экспозиции геологических музеев.

При посещении Государственного геологического музея им В.В. Вернадского РАН изучаются экспозиции зала «Геологический очерк окрестностей Москвы» и «Геосферы Земли». В музее Геологического управления Центральных районов ТФГИ, полученная на практике информация, дополняется сведениями о геологическом строении и полезных ископаемых фундамента и полного разреза чехла Восточно-Европейской платформы

Ключевые слова

Экзогенные геологические процессы, фундамент, чехол, осадочных породы.

Теория

Учебная геологическая практика для студентов 1-го курса традиционно проводится во МГРИ в Московской области на действующих и заброшенных карьерах и естественных обнажениях на берегах рек. В последние годы для решения задач практики дополнительно используются экспозиции геологических музеев. Это Государственный геологический музей им В.В. Вернадского РАН (ГГМ) и музей Геологического управления Центральных районов ТФГИ (ТФГИ).

Целью учебной геологической практики является: знакомство студентов с геологическим строением Подмосковья и с месторождениями полезных ископаемых, расположенными на ее территории, закрепление на практике знаний, полученных студентами в курсе «Общая геология», а также получение представлений о результатах древних геологических процессов и действием современных.

Таким образом, во время практики студенты решают следующие задачи. Они изучают стратиграфические разрезы дочетвертичных отложений Подмосковья, условия их образования и залегание в земной коре в искусственных и естественных обнажениях; определяют и описывают распространенные порообразующие минералы и горные породы; знакомятся с главными полезными ископаемыми и подземными водами и способами их добычи.

Кроме того, студенты рассматривают особенности четвертичных отложений и влияние последнего оледенения на рельеф Подмосковья и знакомятся с результатами современных и древних геологических процессов (выветривания, геологической работы временных водных потоков, рек, подземных вод, ледников, озер и болот, древних морей).

В ГГМ им. В.И. Вернадского представлена экспозиция «Геологический очерк окрестностей Москвы». Здесь можно увидеть горные породы и окаменелости нижнего, среднего и верхнего карбона, средней и верхней юры и нижнего мела (рис.1). По имеющимся экспонатам восстанавливается геологическая история региона, представлены палеогеографические карты и реконструкции ландшафтов. Отдельно рассматриваются четвертичные отложения, остатки холодолюбивой фауны и схемы распространения оледенений на изучаемой территории (рис. 2).



Рисунок 1. Витрины с коллекциями отложений и окаменелостей платформенного чехла в ГГМ.



Рисунок 2. Четвертичные отложения Подмосковья.

В соседних витринах - распространенные и редкие минералы Подмосковья и полезные ископаемые региона. Причем рассматривается применение минералов и горных пород в средневековье и в настоящее время. Самое главное, что в этом зале можно увидеть минералы, горные породы и окаменелости давно исчезнувших местонахождений, дополнить полученную в геологических маршрутах информацию и систематизировать ее [4].

В зале «Геосферы Земли» представлены распространенные в земной коре горные породы, образовавшиеся в результате экзогенных геологических процессов, которые рассматривались в маршрутах при изучении геологической работы рек, временных водных потоков, работы древних морей и процессов выветривания [3].

В рамках Подмосковной геологической практике студенты изучают горные породы чехла Восточно-Европейской платформы, выходящие на поверхность в Московской области. В коллекции музея ТФГИ можно увидеть образцы всего Центрального региона, магматическое и метаморфические горные породы фундамента платформы, и осадочные породы чехла. В витринах представлен стратиграфически полный разрез чехла платформы – это древние глубоко залегающие породы рифейского, вендского, кембрийского, ордовикского, силурийского и девонского возраста, а также породы, отсутствующие в разрезе Московской области – пермские и триасовые отложения [1]. Кроме того, можно уточнить литологический состав и видовой состав окаменелостей изучаемых в Московской области отложениях – каменноугольных, юрских, меловых, палеогеновых и четвертичных (рис. 2).



Рисунок 3. Экспозиция осадочных отложения чехла Восточно-Европейской платформы в музее ТФГИ.

В разделе «Полезные ископаемые Центрального региона» студенты могут увидеть более полный перечень полезных ископаемых Восточно-Европейской платформы. Главные полезные ископаемые фундамента – это осадочно-метаморфические железистые кварциты КМА, проявления золота, полиметаллов, меди и никеля, радиоактивных и редких элементов. Сами магматические и метаморфические породы можно использовать как облицовочный и поделочный камень и для производства щебня (рис.3).

Полезные ископаемые осадочного комплекса представлены горючими ископаемыми (бурый уголь, торф), металлическими (бурые железняки, сидериты, титан-циркониевые россыпи, бокситы) и неметаллическими полезными ископаемыми (фосфориты, абразивные (трепел, опоки, спонголиты) и строительные материалы (карбонатные породы, глины, пески и песчаники, гипс и ангидрит), а также минеральные краски, каменная соль и поделочные камни) [2].



Рисунок 4. Полезные ископаемые фундамента Восточно-Европейской платформы музея ТФГИ.

Выводы

Изучение экспозиций геологических музеев в рамках учебной геологической практики для студентов 1-го курса МГРИ позволяет дополнить полученную в геологических маршрутах информацию о геологическом строении, полезных ископаемых, результатах современных и древних геологических процессов на территории Восточно-Европейской платформы и систематизировать ее; способствовать наиболее полному и качественному решению задач практики.

Библиография

1. Симонова Г.Ф. Отчет по теме № 1170 «Систематизация, учет и хранение образцов горных пород и ископаемых органических остатков, отбираемых при производстве геологоразведочных работ на территории деятельности Центрального РГЦ». Том 1. Текст отчета. М., 2000 г.
2. Симонова Г.Ф. «История создания Геологического музея Центрального региона России и его значение на современном этапе». Геологический вестник центральных районов России. №4-5, 1998г., стр.36-39
3. Стародубцева И.А., Андреева И.П., Бессуднова З.А. и др. Отв. ред. С.В. Черкасов. Путеводитель по залам Государственного геологического музея им. В.И. Вернадского РАН. М., ГГМ РАН, 2018, 176 с.
4. Стародубцева И.А., Сенников А.Г., Сорока И.Л. и др. Геологическая история Подмосковья в коллекциях естественнонаучных музеев Российской академии наук. Отв. ред. А.С. Алексеев. ГГМ им. В.И. Вернадского РАН; Палеонтологический институт РАН. – М.: Наука, 2008, 229 с.

Разработка нейронной сети на базе алгоритмов компьютерного зрения для автоматизации картирования геологических разломов. Русинович В.В.
(Институт морской геологии геофизики ДВО РАН, rusv-pro@mail.ru), Русинович
Л.Э. (Институт морской геологии геофизики ДВО РАН,
larisarusinovich@gmail.com)*

Аннотация

В работе представлены результаты адаптации сверточной нейросети U-net к решению задачи выделения тектонических разломов на данных полевых сейсморазведочных работ. Интерпретация разломной тектоники является неотъемлемой частью построения структурных каркасов геологических моделей, планирования стратегии разработки месторождений, оценки гидродинамической связи объектов разработки, планирования точек заложения скважин, их количества и т.д. Разработанный алгоритм нейронной сети, который применяет механизмы компьютерного зрения, позволяет существенно увеличить скорость выделения разломов и сократить риск пропуска разлома в процессе интерпретации.

Ключевые слова

Нейронная сеть, машинное обучение, компьютерное зрение, сверточная нейросеть, автоматизация, выделение разломов, интерпретация.

Теория

Выделение и трассировка разломов может быть выполнена различными методами, в зависимости от набора данных. В большинстве случаев исследования разломной тектоники проводится путем интерпретации данных сейсморазведочных работ. Это трудоемкий процесс, на который может уходить от дней до нескольких недель и более, в зависимости от качества сейсмической съемки, размера области исследования, сложности геологического строения и многих других факторов. В связи с этим автоматизация трассировки разломов, способна существенно сократить время выполнения работы [7].

Выделения разломов в терминологии алгоритмов компьютерного зрения является задачей бинарной классификации объектов, в рамках которой, после тренировки на обучающем наборе размеченных данных, нейросеть должна будет выделить объекты, которые по набору признаков, относятся к разломам [4]. Для решения задачи была выбрана архитектура U-net, которая была разработана для решения задачи бинарной классификации и создания маски, отображающей положение искомым объектов биомедицинских изображений[1]. В качестве инструментов моделирования архитектуры U-net в роли модели нейронной сети применяются открытые библиотеки OpenCV и Keras совместно с TensorFlow на базе языка программирования Python [6].

Адаптированная схема архитектуры U-net представлена на рисунке 1. Данная архитектура относится к классу сверточных нейронных сетей из-за применяемых в ней методов.

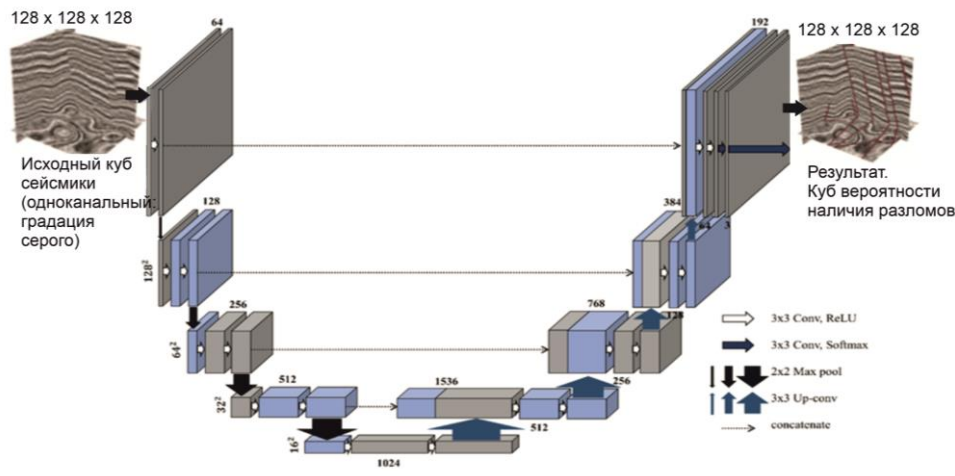


Рисунок 1. Архитектура нейронной сети.

Архитектура получила свое название из-за характерной в формы. В левой части происходит поэлементная свертка трехмерного куба сейсмике с поэтапным поиском признаков, соответствующих разломам. В правой части, происходит развертка с отображением в ячейках вероятности (от 0 до 1) наличия разлома.

Обучение нейросети проводилось в течение 50 эпох (рисунок 2), в процессе последовательной обработки тренировочных данных, которые загружались в модель для формирования карт признаков разломов, с помощью применения метода обратного распространения ошибки, что позволило настроить веса параметров для корректного распознавания разломов [3]. В результате была достигнута точность 95% на тренировочных и 93% на тестовых кубах. Точность считалась как обратная величина ошибки – процент пикселей соответствующих разломам, которые не были корректно распознаны моделью.

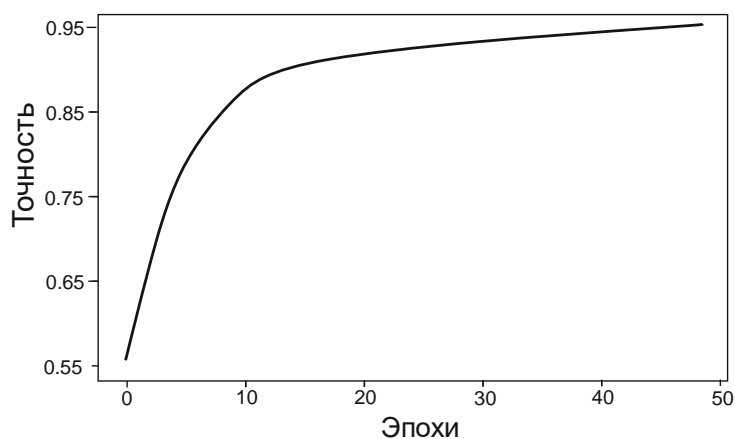


Рисунок 2. График зависимости точности модели от количества эпох.

Первичная проверка работоспособности нейросети была проведена на тестовых данных, которые не использовались для ее тренировки. Алгоритм показал хорошие результаты, успешно выделив разломы (рисунок 3). Результирующий куб представляет собой трехмерное пространство внутри, которого отображена вероятность наличия разлома в каждой точке.

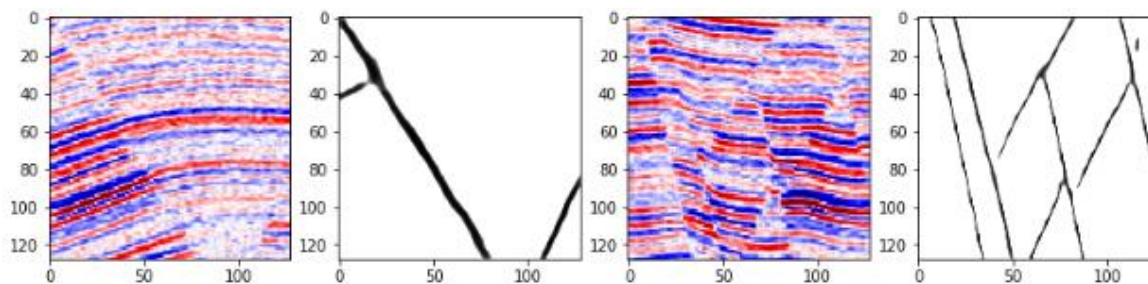


Рисунок 3. Пример выделения разломов на синтетических сейсмических данных (из тестовой выборки).

Для тестирования способности нейросети выделять разломы на полевых данных, использовались данные, взятые из открытых источников: блок F3 на шельфе Нидерландов [2]. Различия условий геофизических исследований позволяют в полной мере оценить применимость нейросетей, обученных на синтетических данных трассировать разломы на сейсмических кубах, полученных в результате полевых исследований. Их существенным отличием является подверженность большому количеству, как естественных – природных, так и техногенных помех, которые не всегда в полной мере удастся удалить в процессе последующей обработки.

Нейросеть успешно справилась с задачей бинарной классификации объектов на кубе сейсмических данных блока F3 (рисунок 4), размерами 512 x 312 x 128 (исходный куб был уменьшен для сокращения времени расчета), которое составило менее 13 минут. Однако нейросеть классифицировала отдельные линейные объекты как разломы, которые на самом деле являются шумами. В дальнейшем, такие объекты можно удалить, добавив дополнительную фильтрацию выходных данных. К примеру, по минимальной длине разрывного нарушения, в результате чего будут удалены все линейные объекты, длина которых меньше заданного значения. Следует отметить высокое качество сеймики блока F3, что характерно для геофизических исследований, проведённых на шельфе и подверженных меньшему количеству помех, по сравнению с наземными.

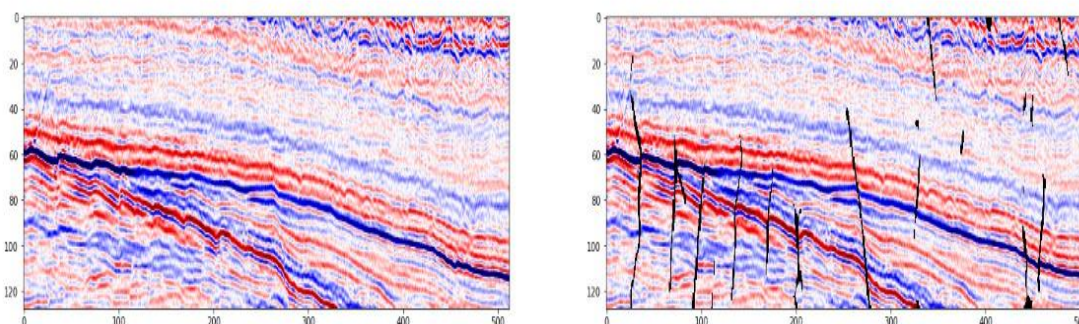


Рисунок 4. Пример выделения разломов на сейсмических данных блока F3 на шельфе Нидерландов. [5]

Выводы

В результате проведенной работы была разработана и опробована сверточная нейросеть, способная справиться с задачей выделения разрывных нарушений на сейсмических данных, полученных в результате полевых исследований. Доказана применимость синтетических данных, для обучения нейронных сетей. Продемонстрирована высокая эффективность алгоритмов компьютерного зрения,

способных существенно сократить время выполнения трассировки дизъюнктивных нарушений. Выявлены проблемы интерпретации на участках сейсмических данных подверженных помехам, предложены способы их решения, путем постобработки итогового куба разломов.

Библиография

1. Дружинин В. С. и др., 2018, Выделение и картирование глубинных разломов по сейсмическим данным и их проявление в геофизических полях // Известия УГГУ. Вып. 3(51). 47-53.
2. Кирилова А.С., Закревский К.Е., 2014, Практикум по сейсмической интерпретации в Petrel. МАИ-ПРИНТ: 288 с.
3. Gersztenkorn, A., and K. J. Marfurt, 1999, Eigenstructure-based coherence computations as an aid to 3-D structural and stratigraphic mapping. *Geophysics*, 64, 1468–1479.
4. Hale D., 2013. Methods to compute fault images, extract fault surfaces, and estimate fault throws from 3D seismic images. *Geophysics*, №78, no. 2, 33–43.
5. Kerry-3D. URL: <https://wiki.seg.org/wiki/Kerry-3D> (дата обращения 04.11.2022).
6. Ronneberger, O., P. Fischer, and T. Brox, 2015, U-Net: Convolutional networks for biomedical image segmentation. *International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention*, 17-24.
7. Sergey Ioffe, Christian Szegedy, 2015, Batch Normalization: Accelerating Deep Network Training by Reducing Internal Covariate Shift, *Proceedings of the 32nd International Conference on International Conference on Machine Learning - Volume 37*, 448–456.

Особенности распределения гипоцентров акустической эмиссии на образцах горных пород Хибинских месторождений. Саитгалеев М.М. (Санкт-Петербургский Горный университет, Saitgaleevmalik@yandex.ru), Розанов А.О. (Санкт-Петербургский Горный университет, aleksander.rozanov@mail.ru)*

Аннотация

В результате проведенных испытаний образцов горных пород месторождений Хибинского массива в камере всестороннего сжатия с регистрацией событий акустической эмиссии, были выявлены особенности распределения гипоцентров событий акустической эмиссии.

Ключевые слова

Акустическая эмиссия, Хибинский массив, удароопасность, «Prognoz-L», локация гипоцентров акустической эмиссии.

Теория

Хибинский массив является крупнейшей в мире интрузией нефелиновых сиенитов. Добыча апатит-нефелиновых руд ведется открытым и подземным способами, которая сопровождается постоянным углублением горных работ и ростом объемов извлекаемой горной массы, а также действием тектонических напряжений. Данные

факторы в сочетании со сложными геологическими условиями приводят к опасным динамическим проявлениям горного давления [1,2].

В целях контроля состояния горного массива необходимо использование локального инструментального метода прогноза удароопасности. Действующая с 2019-ого года на рудниках КФ АО «Апатит» методика определения категории удароопасности основана на анализе результатов лабораторных испытаний образцов горных пород в камере всестороннего сжатия с регистрацией акустической эмиссии и опытно-промышленных испытаний методики в горных выработках с помощью портативного прибора акустической эмиссии «Prognoz-L» [3,5].

Лабораторные испытания образцов горных пород осуществлялись с помощью сервогидравлической установки MTS 815 4600 kN и камеры всестороннего давления.

Система сбора данных ASC Milne Trigger Data Acquisition System (UK) позволяла регистрировать события акустической эмиссии на протяжении всего испытания.

Для данных исследований были подготовлены цилиндрические образцы с диаметром 50 мм и высотой 125 мм, рисунок 1.



Рисунок 1. Образец массивного уррита в двух проекциях: А) – Южная проекция, Б) - Восточная проекция.

На рисунке 1 представлен образец уррита, предел прочности которого при всестороннем давлении 40 МПа и скорости нагружения 0,01 мм/мин оказался равным 341 МПа. Данный образец состоит из моноклинного пироксена, явное преобладание которого можно проследить в верхней части образца, с твердостью по шкале Мооса 6 ÷ 6,5, нефелина с твердостью 5,5 ÷ 6, мусковита с твердостью 2,5 ÷ 3, натролита с твердостью 5 ÷ 5,5.

На рисунке 2 представлен детальный график нагружения и активности акустической эмиссии для данного образца. Как видно из графика активности акустической эмиссии, выделяется два основных пика. Первый пик соответствует моменту времени 4708 секунды, второй – 10590 секунды.

По результатам анализа распределения гипоцентров событий акустической эмиссии были выделены 3 временных интервала.

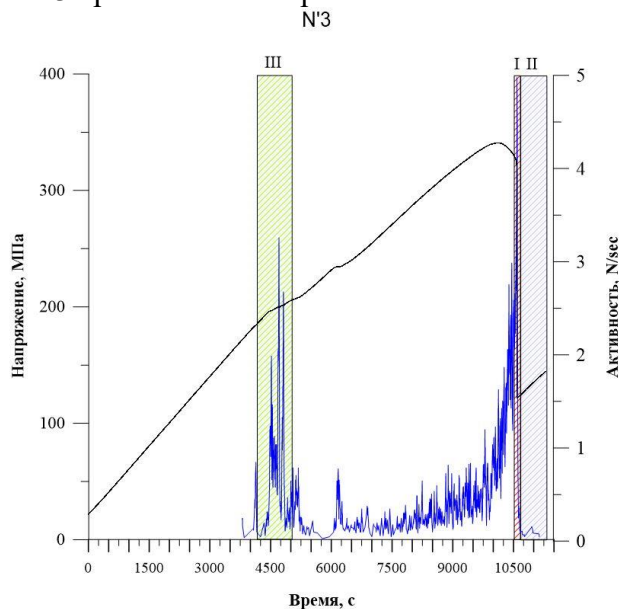


Рисунок 2. График нагружения образца (массивный уртит) в камере всестороннего сжатия. Черным цветом обозначена кривая нагружения, синим – кривая активности акустической эмиссии [4].

Область I, выделенная красным цветом (рисунок 2), характеризует стадию формирования диагонального разлома с потерей прочности образца. Для данной стадии активность акустической эмиссии максимальна, а также происходит резкое падение напряжения. Гипоцентры акустической эмиссии локализуются в зоне формирования диагонального разлома, рисунок 3 Б. Данный процесс в массиве горных пород приводит к заколообразованию на контуре выработки.

В области II, выделенной синим цветом (рисунок 2), происходят подвижки типа «stick-slip» по поверхностям сформированного на предыдущей стадии разлома. Гипоцентры акустической эмиссии локализуются вдоль поверхности разлома, рисунок 3 В. В горном массиве данный процесс проявляется в виде подвижек по системе трещин или дайкам.

Область III, выделенная зеленым цветом, характеризуется повышенной активностью акустической эмиссии. По результатам анализа локации гипоцентров акустической эмиссии, было выявлено, что на данной стадии происходит скопление гипоцентров АЭ в западном секторе образца и последующее перемещение данного «облака» в северо-восточный сектор, без последующего катастрофического развития, рисунок 4. Данная область соответствует скрытому процессу развития неустойчивости, в горном массиве подобный процесс протекает на значительном удалении от контура горных выработок. На рисунке 3 А отображено положение и геометрия первичного очага после его окончательного формирования.

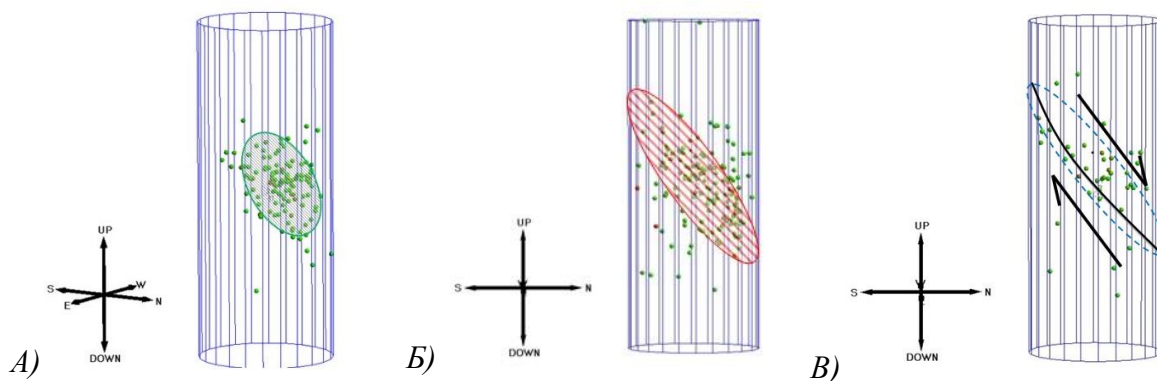


Рисунок 3. Распределение гипоцентров акустической эмиссии, где А) Развитие первичного очага, на графике нагружения выделено зеленым цветом. Б) Образование магистральной трещины, на графике нагружения выделено красным цветом, В) Стадия подвижек, на графике нагружения выделена синим цветом.

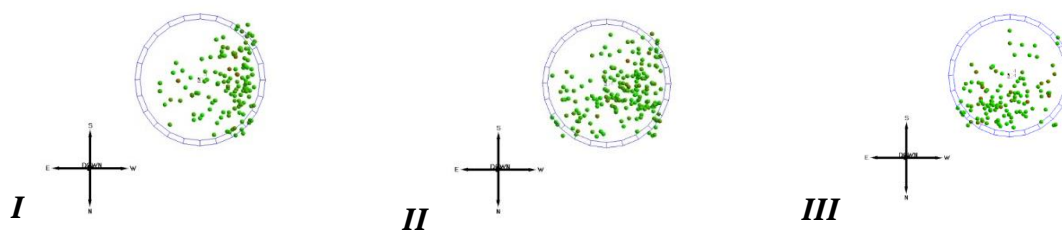


Рисунок 4. Локация гипоцентров акустической эмиссии. Отображение миграции первичного очага, на графике нагружения соответствующий интервал времени выделен зеленым цветом.

Выводы

Таким образом, по результатам детального анализа распределения гипоцентров акустической эмиссии в образце массивного уртита с формированием сложного очага разрушения, было выявлено, что образование первичного очага связано с изначальной неоднородностью данного образца, вблизи которой образуется множество микротрещин, понижающих устойчивость соответствующей области.

Актуальность данной работы заключается в том, что в ней приводится обоснование физического моделирования процесса разрушения и сопоставления его результатов с процессами на различных масштабных уровнях с целью разработки надёжного прогноза и оценки степени удароопасности горного массива.

Библиография

1. Геомеханические процессы в геологической среде горнотехнических систем и управление геодинамическими рисками: монография / А. А. Козырев, С. Н. Савченко, В. И. Панин, И. Э. Семенова, В. В. Рыбин, Ю. В. Федотова, С. А. Козырев и др. — Апатиты: КНЦ РАН, 2019. — 431 с.: ил.

2. Онохин Ф.М. Особенности структуры Хибинского массива и апатит-нефелиновых Месторождений. Изд-во "Наука", Ленингр. отд., Л., 1975, с. 1-106.
3. Рассказов И.Ю., Мигунов Д.С., Аникин П.А., Гладырь А.В., Терешкин А.А., Желнин Д.О.. Геоакустический портативный прибор нового поколения для оценки удароопасности массива горных пород. // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2015. - №3. – С.169-179
4. Саитгалеев М.М., Шнюкова О.М. Анализ геодинамических явлений Объединенного Кировского рудника. Связь лабораторного, шахтного и регионального уровней // Актуальные проблемы геологии докембрия, геофизики и геоэкологии: материалы XXXIII молодежной научной школы конференции, посвященной памяти члена-корреспондента АН СССР К.О. Кратца и академика РАН Ф.П. Митрофанова, г. Апатиты, 3–7 октября 2022 г. Издательство ФИЦ КНЦ РАН, 2022 — 260 с.
5. Rozanov A.O., Petrov D., Gladyr A., Korchak P. Acoustic emission analysis of brittle and ductile behavior of rocks at critical stresses // Conference Proceedings, 82nd EAGE Annual Conference and Exhibition, Oct 2021, Volume 2021, p. 1 – 5

Ротационная концепция тектогенеза, фундаментальная база для рудонефтегазогеологического и сейсмического районирования территорий.
Харченко В.М. (СКФУ, vkharchenko@ncfu.ru), Неркаряян А.Е.* (СКФУ, alina-domareva@rambler.ru), Стасенко А.А. (СКФУ, stasenko0000@mail.ru)

Аннотация

В работе излагаются в логической взаимосвязи основные положения новой ротационной концепции тектогенеза, следствие которой по мнению авторов являются: плюмтектоника, рингтектоника и блоктектоника. Впервые показана роль экзогенного, космического фактора в образовании основного источника тектогенеза - это изменение скорости вращения Земли вокруг центра Галактики, Солнца и оси Земли.

Ключевые слова

Тектогенез, плюмтектоника, рингтектоника, блоктектоника, структуры центрального типа (СЦТ).

Существенную роль в тектогенезе отводят вращению Земли и нарушению этого вращения, обусловлено внеземными причинами. Из последних считается - притяжение Луны и Солнца, создающие твердые приливы в коре и мантии, тем самым замедляющие ее вращение, что сказывается в изменении фигуры Земли.

Новая концепция тектогенеза основывается на согласованных постулатах новых направлений современной геотектоники: ротационной, плюмтектоники, рингтектоники, а также современной теории о платформах и геосинклиналях. (рис. 1) Рингтектоника, или современные представления о радиально-концентрических структурах центрального типа (СЦТ), является закономерным следствием ротационной и плюмтектоники. [5] Ротационные процессы в физике и геологии позволяют наиболее объективно оценить роль экзогенных факторов в тектогенезе Земли и планет земной группы. По данным астрофизических наблюдений, известны средние скорости вращения Земли вокруг своей оси, вокруг Солнца и центра Галактики, которые соответственно равны 0,3; 30; 300 км/с. Это свидетельствует как о значительных

центробежных силах при вращении Земли, так и проскальзывания оболочек Земли при изменении скорости вращения. В результате трения очевидно выделение тепла и электрических зарядов, которые и создают тектонические и электрические напряжения громадной мощности, при разрядке которых и образуются тектонические движения в земной коре и мантии.

По представлениям А.Ф. Лопатина и др. основным источником тектогенеза является релятивистская энергия, которая высвобождается в результате резкой смены указанных скоростей вращения вокруг центра Земли, Солнца и центра Галактики, что в принципе не противоречит нашим представлениям, а является существенным дополнением. [3] Следует отметить, что при вращении тел с различными скоростями наглядно представляется эффект сепарации, в результате которого происходит дифференциация вещества по плотности. На Земле эта дифференциация происходит в основном на границе нижней мантии и ядра, хотя не исключено, что этот процесс происходит в любой слоистой неоднородной среде, а именно: в слоях верхней мантии и даже в земной коре. При дифференциации вещества как в результате ротации Земли, так и при выделении тепла в процессе радиоактивного распада очевидна конвекция вещества, т.е. подъём более легкого вещества к поверхности и опускание «менее горячего» более плотного вещества в обратном направлении.



Рисунок 1. Комплексная модель тектогенеза (Харченко В.М., 2009 г.)

Основные направления движения вещества по спиралевидной траектории, по нашим представлениям, согласуются с осями симметрии куба или октаэдра, что

подтверждается наличием постоянных зон тектонической активизации в определённых точках поверхности земного шара.

По данным Ю.М. Пушаровского и других авторов зоны восходящих магматических расплавов, или флюидов, приурочиваются к центральным частям Атлантического, Индийского и Тихого океанов. [4] Такие же зоны восходящих и нисходящих потоков флюидов отмечают А.М. Гончаровым и другими авторами соответственно в Антарктиде и на Северном Ледовитом океане. [1] При движении флюидов к земной поверхности происходит диссипация энергии на границах геолого-геофизических сред, причём закономерно в двух направлениях: согласно основным векторам полей тектонических напряжений, - вертикально вверх (нормальное напряжение) и под углом 45° (максимальное касательное напряжение). В результате разрядки или постоянного действия этих напряжений на земной поверхности образуются радиально-концентрические структуры Центрального типа или кольцевые структуры, которые наглядно представляются в виде «разбитой тарелки». (рис.2) Таким образом, предложено развёрнутое определение структур центрального типа (СЦТ), которые являются результатом импульсной разрядки или постоянно действующих нормальных и максимально касательных тектонических напряжений, связанных с процессами магматического, соляного, глинистого и нефтяного диапиризма в условиях пульсации и

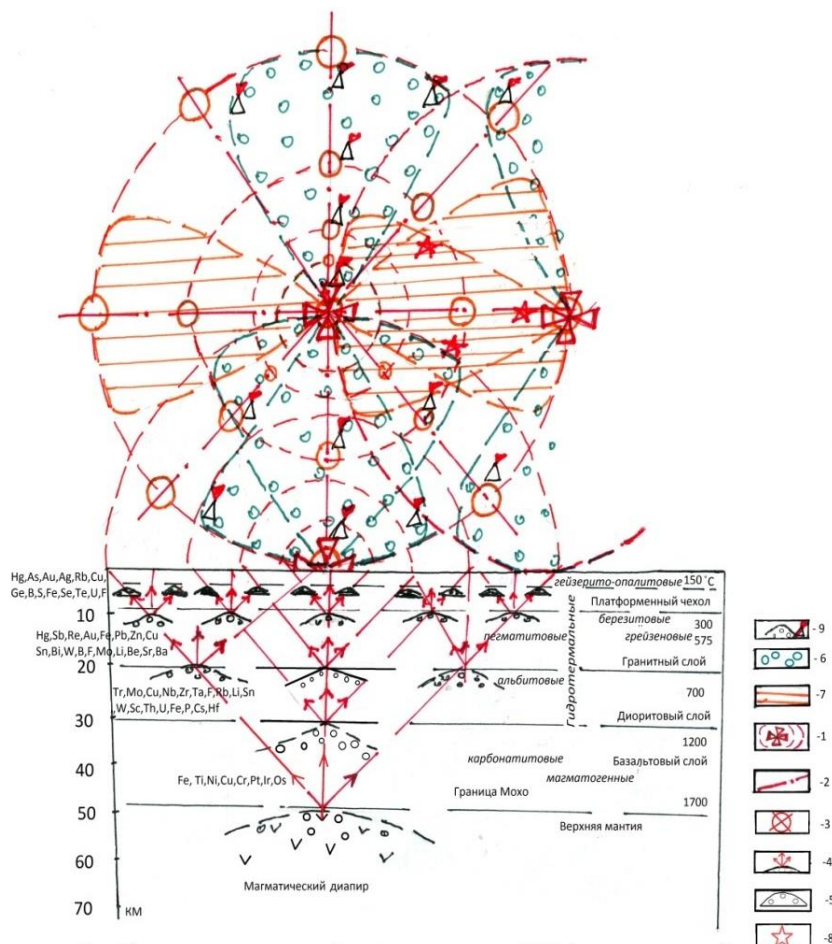


Рисунок 2. Концептуальная модель формирования рудных и УВ залежей (в плане и разрезе)

- 1 – геодинамические центры СЦТ и их контуры;
- 2 - линеаменты или тектонические нарушения;
- 3 – субвертикальные зоны деструкции;

- 4 – флюидопотоки и пути их миграции согласно распределению тектонических напряжений;
- 5 – залежи УВ в зоне катагенеза;
- 6 – зона растяжения;
- 7 – зона сжатия;
- 8 – возможные очаги землетрясения;
- 9 – залежи УВ в зоне субвертикальной деструкции.
- (согласно Ф.А. Алексееву, 1978; О.Ю. Баталина, 2010; В.М. Харченко, 2012)

неравномерного вращения Земли вокруг своей оси, Солнца и центра Галактики. Как известно, наиболее выраженными циклами тектономагматической активизации являются циклы Бертрана с периодичностью 175-200 млн. лет, которые наглядно на Земле представляют различные по возрасту/ этапам складчатости (байкальская, каледонская, герцинская, киммерийская и альпийская). СЦТ Северного Ледовитого океана, представляет собой структуру растяжения глобального плана, центральная часть которой представлена рифтовой зоной с глубоко погруженным хребтом Гаккеля, что связано не с погружением мантийного вещества в этой зоне, а с провалом верхней части осадочного чехла земной коры на фоне сводового поднятия мантии и астеносферы. Это подтверждается данными Ю.Г. Кутинова, который приводит модель литосферы в сечении континент-океан. [2]

Выводы

Подводя итог можно сказать, что комплексность решения вопроса тектогенеза состоит в последовательности и логической согласованности основных фундаментальных особенностей Земли и планет земной группы: вращении и колебательных движений, дифференциация вещества по плотности и его инверсия, конвекция и спиральная циркуляция вещества, цикличность и нелинейность геологических процессов. Следствием проявления этих особенностей являются: ротационная тектоника, плюмтектоника, ринг и блоктектоника. Ротационные процессы в геологии позволяют наиболее объективно оценить роль экзогенных факторов в тектогенезе Земли и планет Земной группы. Ротационная концепция тектогенеза по существу является реальной альтернативой современной тектоники плит, несостоятельность которой доказывается в последнее время не только геологами, но даже географами и геодезистами.

Библиография

1. Гончаров М.А. Кинетическая модель Северной компоненты дрейфа континентов как причины расширения Южного и сокращения Северного полушария // Ротационные процессы в геологии и физике. М.: КомКнига, 2007. С. 279-286.
2. Кутинов Ю.Г., Чистова З.Б. Комплексная модель процессов межгеосферного взаимодействия в тектонических узлах Севера Русской плиты // Электронное научное издание Альманах Пространство и Время. Т. 1. Вып. 1 • 2012.
3. Лопатин А.Ф., Вобликов Б.Г. К проблеме пульсации Земли // Сборник научных трудов. Сер. «Тектоника и Геодинамика». Вып. 1. Ставрополь, 2002. С. 71-86.
4. Пущаровский Ю.М., Новиков В.Л., Савельев А.А., Фадеев В.Е. неоднородности и конвекция в тектоносфере // Геотектоника. 1990. №5. С. 3-8

5. Харченко В.М. Структуры центрального типа, их связь с месторождениями полезных ископаемых (на примере объектов Предкавказья и сопредельных территорий). Автореферат диссертация на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. – Ставрополь, 2012. – 49 с.

Литолого-стратиграфическая характеристика нижнепалеозойских метаморфических комплексов золорудных месторождений гор Ауминзатау (Тасказканганская бесапанская свита). Шарипов Ш.Ф. (Навоийское отделение Академии наук Республики Узбекистан, Geologist_Uzbekistan@mail.uz), Умаров Ш.А.* (Навоийское отделение Академии наук Республики Узбекистан, shakhumarov@gmail.com)*

Аннотация

В настоящей исследовании авторами рассмотрены и изучены литолого-стратиграфическая характеристики нижнепалеозойских метаморфических комплексов золорудных месторождений гор Ауминзатау (Тасказканганская бесапанская свита). Представлен подробный анализ стратиграфии золорудных месторождений гор Ауминзатау на примере Тасказканганской бесапанской свиты. Верхнетасказганская подсвита развита главным образом в пределах Кокпатаского рудного поля. Изучена Бесапанская свита. Отложения ордовикской системы венчают разрез палеозойских осадочно-метаморфических образований района.

На основе выполненного анализа даны рекомендации о необходимости продолжения научных исследований с целью поиска и разведки золорудных месторождений гор Ауминзатау.

Ключевые слова

Стратиграфия, свита, месторождение, рудное поле, отложения, фации, интрузии, порода, карбонаты, антиклиналь, горизонт, палеоген, мел, атропоген.

Теория

Самые древние образования рассматриваемого района представлены отложениями ауминзатаусской свиты. Породы этой свиты развиты, главным образом, в северо-восточной и центральной частях описываемой территории, слагая замковую часть Ауминзатаусской антиклинали, крылья нижнетасказганская синклинали.

Представлена свита ритмичным переслаиванием песчаников, алевролитов и филлитовидных сланцев, среди которых изредка отмечаются маломощные линзы и прослои углеродосодержащих микрокварцитов. Алевролиты и песчаники слагают основную часть разреза свиты. Филлиты встречаются обычно в виде прослоев мощностью до 10 м среди алевролитов, реже песчаников. Нередко песчаники и алевролиты интенсивно рассланцованы и превращены в тонкослоистые породы, внешне напоминающие филлитовидные сланцы. Видимая мощность свиты – 640 м.

Песчаники макроскопические олигомиктовые, кварцитовидные, мелко- и среднезернистые, массивные, реже сланцеватые. Обломочный материал обычно

составляет 10-20% объема породы и представлен кварцам и мало полевыми шпатами. Цемент перекристаллизованный, слюдисто-кварцевый.

Проведенный анализ показал, что микроскопически песчаники характеризуются бластопсаммитовой структурой и имеют массивную, реже сланцеватую текстуру.

Алевролиты внешне отличаются от песчаников меньшим (менее 0,1 мм) размером кластических зерен, больше рассланцованностью.

Под микроскопом алевролиты состоят из зерен кварца (85-90%) и полевых шпатов (5-10%), погруженных в лепидогранобластовую основную ткань, которая представлена кварцем с подчиненными субпараллельными чешуйками биотита, редко хлорита и единичными зернами рудного минерала.

Филлитовидные сланцы представляют собой обычно тонкослоистые, интенсивно рассланцованные породы серого и темно-серого цвета. Анализ показал, что под микроскопом породы характеризуются обычно лепидогранобластной, реже свилеватой структурой и состоят из новообразований кварца, зеленоватого биотита и реже хлорита. Текстура сланцеватая.

Верхнетасказганская свита (ϵ_2 -Ots₁)

Отложения кембрийского возраста пользуются наибольшим распространением среди осадочно-метаморфических пород района, слагая основную часть Коспатаусского рудного поля и южное крыло Ауминзатаусской антиклинали. Представлены образования кембрийской системы отложениями коспатаусской свиты.

Как уже было упомянуто, верхнетасказганская свита в целом соответствует тасказганской Ю.А.Лихачева и отличается от нее только тем, что в верхнетасказганскую свиту включены полимиктовые песчаники, ранее относимые к нижележащей верхнетасказганской свите. Поскольку залегание пород согласное и горизонты крайне невыдержанны, корректировка границы и объема свиты остается опорной [1].

Отложения свиты характеризуются весьма пестрым литолого-петрографическим составом, обусловленным частым переслаиванием горизонта и прослоев микрокварцитов, известняков, доломитов, филлитовидных сланцев. В нижней части разреза породы свиты густо насыщены послойными и рвущими телами зеленокаменно-измененных пород основного состава. По особенностям литологического состава и последовательности осадконакопления Н.И.Поздняковым и др. [2] Коспатаусская свита подразделяется на 2 подсвиты:

Верхнетасказганская подсвита развита главным образом в пределах Коспатаусского рудного поля. Здесь, в свою очередь, она подразделена на 6 горизонтов,

приобрели указанный выше зеленокаменный облик. В целом эффузивы и силлы достаточно выдержаны и, как доказано геологическим картированием на площади Кокпатаусского рудного поля, здесь в подавляющей своей части они подчиняются и повторяют пликативную очередь структуры площади [3].

1. Кремнистый - в основном, это плотные, местами сливные углеродисто-кремнистые сланцы с прослоями и линзами зеленокаменно-измененных пород. Породы этого горизонта залегают согласно на отложениях Ауминзатаусской свиты и прослеживаются по северо-западному замыканию Кокпатаусской синклинали. Мощность горизонта 200-350 м.

2. Нижний зеленокаменный – представлен диабазовыми порфиритами и туфами основного состава с прослоями хлоритовых и углеродисто-кремнистых сланцев. Горизонт прослеживается вблизи северо-западного замыкания Кокпатаусской синклинали на расстоянии свыше 10 км. Мощность горизонта изменяется от 250 до 400 м.

3. Кварцитовый горизонт сложен очень плотными углеродисто кремнистыми и кварцитовыми сланцами, включающими в себя силлообразные и пластовые тела зеленокаменно-измененных пород. Горизонтом сложена значительная часть разреза, принимающая участие в строении крупных пликативных структур – Южной и Промежуточной антиклиналей, Главной синклинали и др. Мощность горизонта достигает 200 м.

Откартировать все шесть горизонтов нижнекокпатаусской свиты на всей площади гор Ауминзатау не удастся. Вследствие этого четыре нижние горизонта нижнекокпатаусской подсвиты: два зеленокаменных и два кремнистых Н.И.Поздняковым объединены в пачку 1, а два, венчающих ее разрез – кремнисто-карбонатный и верхний зеленокаменный – в пачку 2, которые помимо Кокпатаусского рудного поля, выделены в южной части гор на южном крыле Ауминзатаусской антиклинали и в районе рудопроявления Бирюзовое [4].

Выводы

На основе выполненного анализа рекомендуется продолжить научные исследования с целью поиска и разведки золотых месторождений гор Ауминзатау.

Библиография

1. Геология и полезные ископаемые Узбекистана. // Университет. Ташкент. 1998. 723с.
2. Глух А.К., Авезов А. Объяснительная записка к дистанционной основе поисковых работ масштаба 1:50000 восточной части гор Ауминзатау. Лист X-41-105-B». // Фондовый материал. 2006.
3. Колоскова С.М. Минералого-геохимические особенности проявлений золотой и серебряной минерализации Узунсайской площади. // Фондовые материалы. ИМР. Отчет. 2000.
4. Мухин П.Н., Каримов Х.К., Савчук Ю.С. Палеозойская геодинамика Кызылкумов. // Фан. Ташкент. 1991. 148с.

Петрографо-минералогическая и структурно-петрологическая характеристика серпентинитов в зоне Джунгарского разлома. Юшин К.И. (ГИН РАН, yushin-kirill@mail.ru), Соколов С.А. (ГИН РАН, sokolov-gin@yandex.ru)*

Аннотация

Зона Джунгарского разлома – крупное тектоническое нарушение сбросо-сдвиговой кинематики, имеющее длительную историю развития. В позднем кайнозое разлом испытывал неоднократные подвижки, что проявляется в четком геоморфологическом выражении как главной разломной плоскости, так и оперяющих структур. Исследование направлено на петрографо-минералогическое изучение зон динамического метаморфизма и изучение динамических аспектов формирования разрывных сдвиговых нарушений, которые могли проявить активизацию в позднем кайнозое, петрографическими и структурно-петрологическими методами.

Ключевые слова

Джунгарский разлом, структурная петрология, серпентиниты, петрографо-минералогический анализ

Источники финансирования

Исследование выполнено при финансировании РФФИ (Проект РФФИ № 20-05-00441)

Теория

Хорошо выраженный в рельеф Джунгарский разлом простирается в северо-западном направлении почти на 500 км, отделяя горное поднятие Джунгарского Алатау от Алакольской и Джунгарской межгорной впадины и соединяющего их грабена Джунгарских ворот.

Интерес к Джунгарскому разлому обеспечен прежде всего тем, что его зона хорошо выражен на местности и на материалах дистанционного зондирования, что говорит о его новейшей активности, в том числе сейсмогенной. Этот аспект позволяет в ряде участков надежно устанавливать характер тектонических движений, а также их взаимосвязь в историческом плане [Войтович, 1969].

Джунгарский разлом проявляет активность с палеозоя, под косым углом ограничивая герцинские складчатые структуры. Кинематика разлома отвечает правому сбросо-сдвигу. По многочисленным геологическим и геоморфологическим проявлениям доказана позднечетвертичная активность разлома [Николаев, 1962; Диденко-Кислицина, 1965, 1968; Войтович, 1969; Grützner et al., 2016].

Ранее В.С. Войтович по положению палеогеновой предороженной поверхности выравнивания в Джунгарском хребте и глубине залегания палеозойского фундамента в Алакольской впадине оценил размах новейших вертикальных движений по разлому в 2 км, а с учетом локальных подвижек он достигает 5–6 км. Горизонтальная составляющая смещения разными исследователями оценивается в широком диапазоне от 1–2 км до 7–10 км [Николаев, 1962; Диденко-Кислицина, 1965, 1968; Войтович, 1969].

Большой вклад в изучение Джунгарского разлома, а также прилегающих к нему территорий внесли сотрудники Всесоюзного аэрогеологического треста и Южно-

Казахстанского геологического управления. Стоит отметить, что большое количество актуальной геологической информации в свое время было получено сотрудниками ГИНа в ходе работ различных тематик.

Не смотря, на достаточно долгую историю изучения Джунгарского разлома и его оперяющих структур тема петрографо-минералогических и структурно-петрологических для данной территории авторами поднимается впервые.

В 2021 г. были выполнены экспедиционные работы в Алакольской впадине и ограничивающей ее с ЮЗ зоне Джунгарского активного разлома. При дешифрировании космоснимков рассматриваемой территории был обнаружен разлом, выраженный отчетливым уступом в рельефе, который в последующем был завершен в ходе геологических маршрутов (рис. 1).

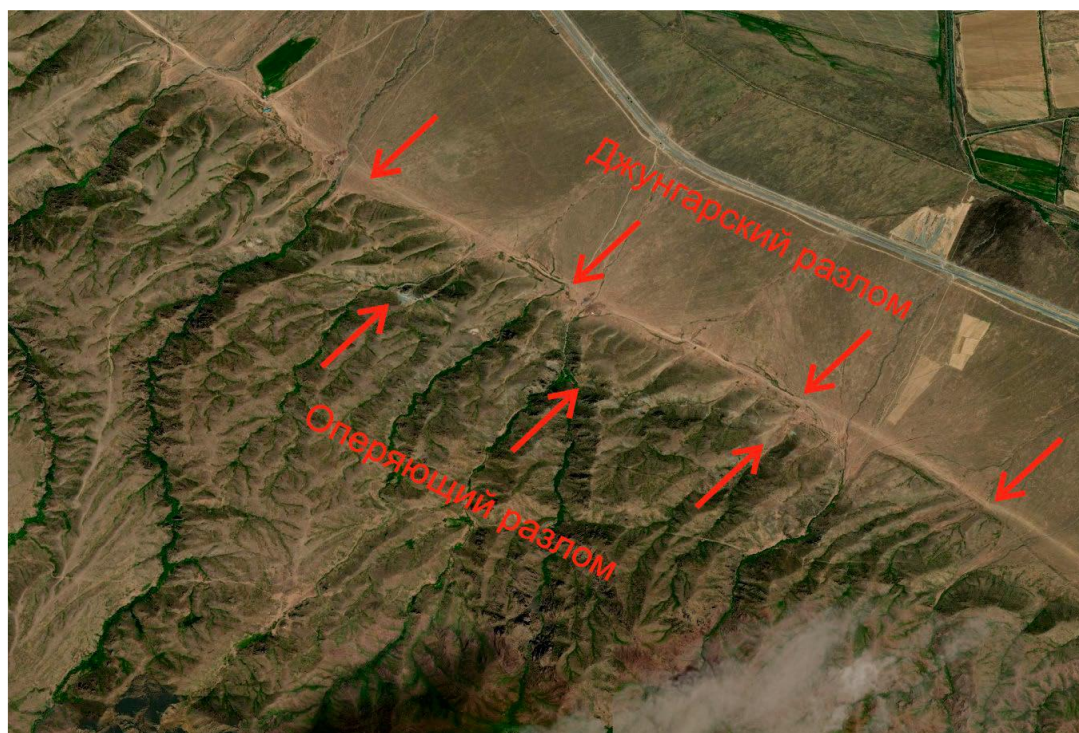


Рисунок 1. Положение изучаемого оперяющего разлома на космоснимке

По данным геологосъемочных работ по оперяющим разломам проходит внедрение крупных линзовидных тел сильно измененных гипербазитов. Эти породы в ходе своей геологической истории претерпели серпентинизацию. Зона минеральной глубокой переработки простирается субширотно имея азимут простирания 105-285°. Сложена преимущественно зеленовато-серыми породами, иногда наблюдаются красноватые оттенки, вызванные наличием оксидов железа, что подтверждается анализом на электронном микроскопе. Азимут падения сланцеватости 185°, угол падения 65°. В рассматриваемой зоне также встречаются достаточно крупные блоки, которые разбиты системами трещин. Это крупные фрагменты материнских пород. Именно такой блок и окружающая серпентинизированная порода были выбраны для более детального исследования.

Петрографо-минералогический анализ показывает, что породы ультраосновного состава в ходе тектонических процессов были сильно преобразованы. Сейчас они представляет собой агрегат из серпентина, с трещинами, заполненными кальцитом, реликтами хромшпинелид, и очень редкими реликтами оливина (рис. 2).

Наиболее сохранившийся фрагмент породы обнаруживается в менее измененном блоке. Здесь встречаются реликты пироксена, которые представлены лишь небольшими призматическими зернами различимыми под электронным микроскопом.

В серпентинитах зерна хромшпинелид не целостные, часто раздроблены на несколько фрагментов, а их фрагменты выстраиваются вдоль одного направления. По химическому составу они соответствуют хромпикотиту.

В серпентинитах было встречено реликтовое зерно оливина, которое соответствует по химическому составу форстериту (содержание FeO не превышает 2,5%). Этот факт, а также наличие в породе бастита, реликтов моноклинного и ромбического пироксенов позволяет установить, что первичные породы помимо дунитов были представлены лерцолитами и гарцбургитами.

Встречаются полностью серпентинизированные зерна оливина, от которых остались лишь первоначальные формы. Изучение этих пород при помощи зонда также позволяет говорить о наличии магнетита и хромита, оксидов железа, которые также образуют каймы вокруг хромшпинелид.

В измененной породе достаточно хорошо проявляет себя кальцит, заполняя трещины. В тот же момент эти трещины достаточно часто разорваны, разбужинированы (рис. 2).

Структурные исследования позволяют обнаружить в породе как элементы хрупких деформаций, так и пластичных. Так наблюдаются несколько систем трещины, последовательность которых можно определить по смещениям. Самые древние трещины как правило заполнены агрегатом серпентина и мелкой шпинели. Другая система заполнена новообразованным серпентином, и смещает предшествующие. Самыми молодыми являются трещины с кальцитом, или без заполнения.

Основная концентрация хрупких деформаций происходит в близких к краевым зонах оперяющего разлома. В центральной части серпентинизированной зоны количество хрупких деформаций уменьшается, здесь гораздо чаще встречается пластичные выраженные в образовании микроскладок.

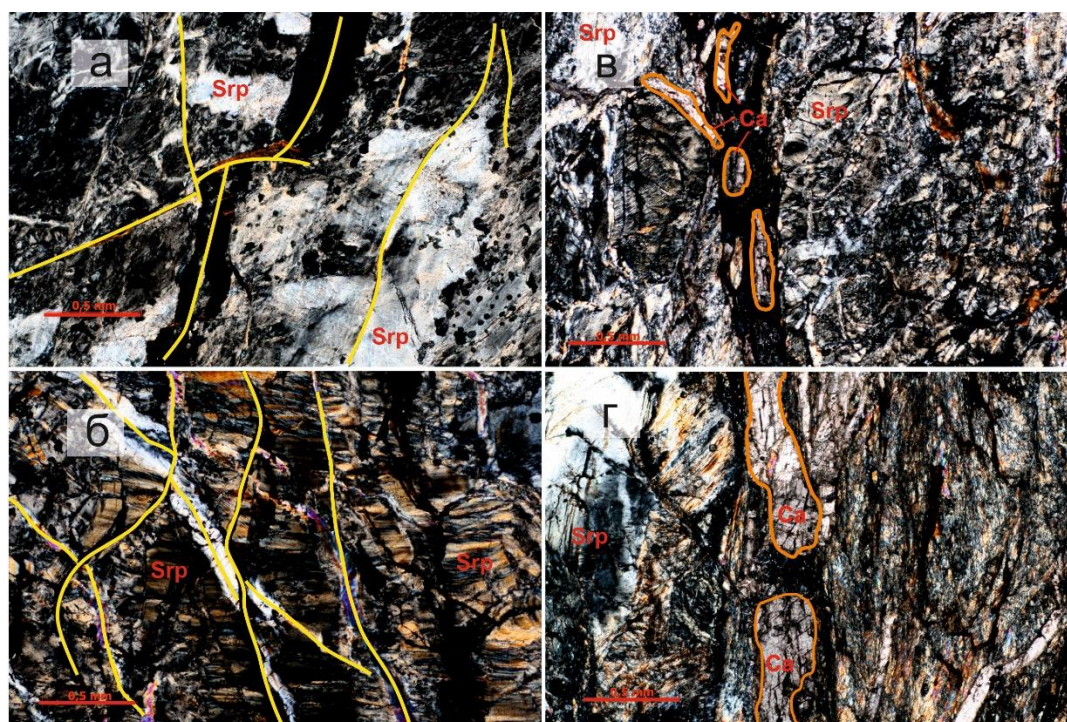


Рисунок 2. а и б – системы трещин со смещением (выделены желтым); в и г – кальцит подвергшийся будинажу (зерна выделены оранжевым).
Srp – серпентин, Са – кальцит. Нх, увел.5.

Выводы

Проведенный минералого-петрографический и структурный анализы позволяет сделать ряд выводов:

1. Протолитом для тектонизированных пород послужила протрузия ультраосновного и основного состава. Это были не только дуниты, но и лерцолиты и гарцбургиты.

2. В зоне разлома встречается фрагменты (реликты) первоначальной породы с сохранившимися призматическими зернами пироксена. В это же время в зонах глубокой минеральной переработке не обнаруживается не только первоначальные текстурно-структурные особенности, но и реликты минерального вещества.

3. Породы претерпели не только сильную гидротермальную переработку, но и многостадийную тектоническую, на что указывают разорванные зерна хромшпинелид, а также будинаж ранее образованных минералов и новообразованных кальцитовых жил.

Библиография

1. Буш В.А., Глиндзич В.А., Макаров Л.Н., Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200000. Серия Джунгарская. Листы L-44-XXII, XXVIII.
2. Войтович В.С. Природа Джунгарского глубинного разлома // Труды ГИН. Вып. 183, 1969. 192 с.
3. Диденко-Кислицина Л.К. Геоморфология, стратиграфия кайнозоя и новейшая тектоника северо-восточной части Джунгарского Алатау // Материалы по геологии и полезным ископаемым Южного Казахстана. 1965. Вып.3 (28). С. 62–91.
4. Диденко-Кислицина Л.К. Новейшая тектоника Джунгарского Алатау // Проблемы тектонических движений и новейших структур земной коры. Париж, 1968. С. 117–124. Ерофеев В.С. Геологическая история южной периферии Алтая в палеогене и неогене. Алма-Ата: Наука (КазССР), 1969. 167 с.
5. Николаев Н.И. Неотектоника и её выражение в структуре и рельефе территории СССР. М.: Госгеолтехиздат, 1962. 395 с.
6. Твердислов Ю.А., Войтович В.С., Довыдов Н.М., Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200000. Серия Джунгарская. Листы L-44-XVI.
7. Grützner C. et al. Large strike-slip faults in a convergent continental setting - the Dzhungarian Fault in the Northern Tien Shan // 7th International INQUA Meeting on Paleoseismology, Active Tectonics and Archeoseismology (PATA), 30 May to 3 June, 2016, Crestone, Colorado, USA.

Изотопная геохронология в стратиграфии докембрия. Юшин К.И. (ГИН РАН, МГРИ, yushin-kirill@mail.ru), Межеловская С.В, (ГИН РАН, МГРИ, mezhelsofy@gmail.com), Межеловский А.Д.(МГРИ, geocon@yandex.ru)*

Аннотация

Комплексный подход к изучению зерен детритового циркона на основе геохимических и изотопно-геохронологических данных, с учетом собственного опыта, а также опыта других исследователей, позволяет решить множество задач и может успешно применяться для изучения докембрийских комплексов.

Ключевые слова

Геохронология, LA-ICP-MS, детритовый циркон.

Теория

Определение стратиграфической последовательности осадконакопления часто является сложной задачей, даже при хорошей обнаженности и ненарушенном залегании горных пород, а самое большое количество неизвестных в этом «уравнении» принадлежит докембрию. Это сложнодислоцированные осадочные и вулканогенно-осадочные структурно-вещественные комплексы, в различной степени метаморфизованные (от низших субфаций зеленосланцевой фации до высокотемпературных и высокобарных пород, сложенных гранулитами и эклогитами) и тесно связанные с интрузивными массивами. На территории России основная (но не исключительная) область их выхода на поверхность - кристаллические щиты: Балтийский, Алданский и Анабарский. Первый из перечисленных является стратотипическим, т.е. основой Общей стратиграфической (геохронологической) шкалы докембрия (саамий, лопий, карелий, рифей, венд).

Изучение докембрийских породных ассоциаций генерирует много труднорешаемых вопросов: что было протолитом (исходной породой), как определить первичную стратификацию пород (сланцеватость, особенно при высоких фациях метаморфизма, часто развивается не по первичной слоистости), каков механизм неоднократных процессов деформаций при тектонических активизациях, послуживший формированию сложнопостроенных разрезов (складчатость, катаклиз, опрокинутое залегание, надвиги, увеличенные мощности стратиграфических подразделений) и др.

Решение подобных вопросов заключается в комплексном изучении докембрийских метаморфических осадочных пород. Развитие техники и появление прецизионных лабораторных методов исследования не отменяет, а только дополняет стандартный подход, заключающийся в детальном описании обнажений непосредственно в полевых условиях, расшлифовке серий обнажений, отборе максимально "чистых" неизмененных сколковых проб для проведения геохимических исследований, замера трещин, отборе ориентированных образцов и шлифов и пр. Для определения нижней возрастной границы осадконакопления и источников сноса терригенного материала в настоящее время широко применяется всесторонний анализ зерен детритового циркона, о котором пойдет речь в данной работе.

Детритовый (обломочный) циркон – минерал, образованный при кристаллизации магматического расплава и попавший в состав обломочной (терригенной) горной породы в ходе эрозионных процессов. Циркон ($ZrSiO_4$) является устойчивым минералом, а также источником радиоактивных изотопов и продуктов их распада, получив почетный статус минерала - геохронометра.

При отборе проб для изучения зерен детритового циркона стоит обратить внимание на состав породы. К примеру, в аркозовых или кварцевых разностях содержание циркона будет достаточно высоким, а в граувакковых разновидностях - значительно меньше. В связи с этим состав пород будет напрямую влиять на объем пробы, необходимый для выделения достаточного количества зерен циркона. Согласно [9], для получения достоверных результатов нужно проанализировать не менее 120 зерен, а при получении полимодального распределения, для достижения истинных результатов, необходимо увеличение анализируемой выборки. Применительно к докембрийским породам, также стоит учитывать их многократное преобразование в ходе различных процессов, что зачастую приводит к получению большого количества сильно дискордантных значений.

Перед дроблением, истиранием и выделением из отобранной пробы зерен циркона рационально провести геохимический анализ (ICP-MS) по породе с определением химического элемента – циркония (Zr), так как его содержание может помочь более точно определиться с количеством обрабатываемого материала. Исходя из опыта авторов, достаточное количество зерен циркона возможно выделить из 1 кг породы при содержании циркония не менее 200 ppm.

После дальнейшей пробоподготовки необходимо проанализировать морфологические особенности циркона и его внутреннее строение, что возможно сделать по катодолюминисцентным изображениям (CL) зерен. Внутреннее строение циркона может быть однородным или зональным. Во втором случае ядерные части зерен, как правило, являются более древними в отличие от кайм, которые могли образоваться при более поздних процессах. Подобные особенности внутреннего строения следует учитывать при проведении дальнейших аналитических исследований. Морфология зерен циркона и степень сохранности кристаллографических очертаний позволяет сделать вывод о дальности переноса в ходе седиментации, предположить предварительный состав и генезис материнских пород [4]. По катодолюминисцентным изображениям следует провести предварительную разметку для проведения изотопных исследований. Это позволит избежать получения некорректных значений, например, если лазер при измерениях попадет в трещину или на границу ядра и каймы. Для получения геохронологических данных по детритовому циркону хорошо себя зарекомендовал метод LA-ICP-MS. Первичная обработка измеренных аналитических U-Pb изотопных данных зерен детритового циркона проводится с помощью компьютерной программы GLITTER [5]; поправки на нерадиоγενный свинец рассчитываются согласно работе [1] в программе ComPbCorr [2]. Построение гистограмм и кривых плотности вероятности (КПВ) выполняются в программе ISOPLOT [8].

Интерпретация полученных аналитических данных подразумевает ряд манипуляций. 1. Расчет дискордантности (т.е. процент несоответствия истинному возрасту) для каждого измерения; используется для отбраковки зерен с нарушенной изотопной системой. Определяется по двум формулам: $D1=100 \% \cdot [\text{возраст } (^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}) / \text{возраст } (^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}) - 1]$, (1); $D2=100 \% \cdot [\text{возраст } (^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}) / \text{возраст } (^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}) - 1]$. (2). Для докембрийских комплексов предпочтительнее использовать формулу №2. Значения с дискордантностью выше 10% следует исключить из выборки. 2. Графическое отображение результатов. По отобранным значениям ($D < 10\%$) с использованием доступных программных продуктов строится гистограмма распределения возрастов с графиком плотности вероятности (PD), на котором будут отображены основные возрастные пики (рис. 1). Величину ошибки определения возраста предпочтительнее

выбирать на уровне 2σ . При анализе основных возрастных пиков можно реконструировать питающие провинции при накоплении осадков и установить, откуда шел снос обломочного материала. Самый молодой возраст покажет нижнюю возрастную границу осадконакопления изучаемой толщи. Основные популяции (пики) – возраст главных питающих провинций.

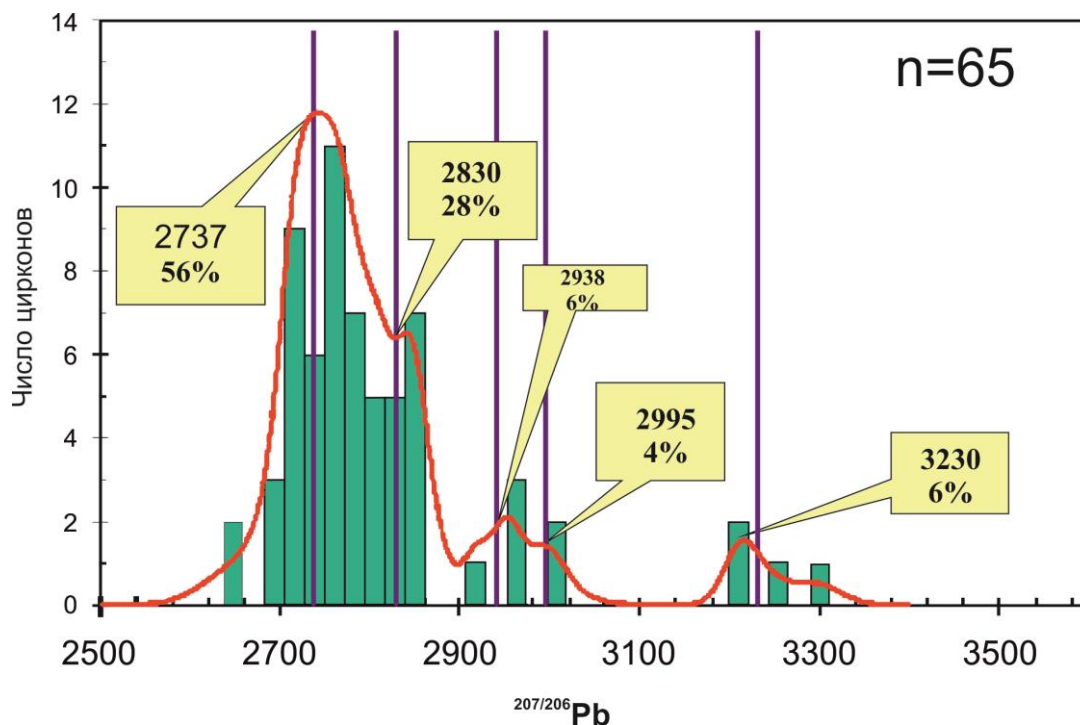


Рисунок 1. Гистограмма распределения возрастов детритовых цирконов с графиком плотности вероятности (PD) и рассчитанными средневзвешенными возрастными (пиками) для основных популяций цирконов (5 групп) с учетом их процентного вклада. Анализируемая выборка представлена для кварцитов окуневской свиты Шомбозерского синклиория.

Построение графика с конкордией и дискордией покажет относительно конкордантный возраст, а также зерна с нарушенной изотопной системой, лежащие ниже линии конкордии. Верхнее пересечение дискордии с конкордией укажет на время события, которое привело к нарушению изотопной системы в цирконе. Разброс возрастов позволяет определить по самой молодой популяции нижний предел осадконакопления, что особенно важно для докембрийских осадков. 3. Th-U отношение, позволяющее отличить магматические (материнские) зерна циркона от сформировавшихся в результате метаморфизма. Значения в интервале 0.1-1 характерны для магматического циркона. Более низкие значения - для метаморфических цирконов [10], что следует учитывать при определении возраста исследуемой толщи и восстановлении источников сноса. Значения $Th/U > 1.5$ типично для мафических пород [7]. 4. Содержание РЗЭ в цирконе позволяет отличить циркон корового и ювенильного происхождения, а также отличить неизменный магматический циркон от гидротермального [6]. Характер распределения микроэлементов в цирконе возможно использовать для реконструкции состава материнской породы [3], данное направление в настоящее время активно развивается. Для статистического сравнения выявленных совокупностей возраста детритовых цирконов из разных проб, можно построить кумулятивные зависимости возраста цирконов для каждой из них и проанализировать с помощью теста Колмогорова-Смирнова, что позволит определить, подчиняются ли два эмпирических распределения одному закону.

Выводы

Применение данного подхода при изучении зерен детритового циркона в докембрийских породах позволяет решить множество задач: судить о дальности переноса материала, предположить предварительный состав и генезис материнских пород, определить нижнюю возрастную границу осадконакопления и многое другое.

Библиография

1. Andersen T., 2002. Correction of Common Lead in U-Pb Analyses That Do Not Report 204Pb. *Chemical Geology* 192 (1–2), 59–79. [https://doi.org/10.1016/S0009-2541\(02\)00195-X](https://doi.org/10.1016/S0009-2541(02)00195-X).
2. Andersen T., ComPbCorr – Software for Common Lead Correction of U-Th-Pb Analyses That Do Not Report 204Pb. In: P.J. Sylvester (Ed.), *Laser Ablation ICP-MS in the Earth Sciences: Current Practices and Outstanding Issues*. Mineralogical Association of Canada Short Course Series. Vol. 40. 2008. Vancouver, p. 312–314.
3. Belousova E.A., Griffin W.L. et al. Igneous zircon: trace element composition as an indicator of source rock type // *Contrib. Mineral. Petrol.* 2002. V. 143. P. 602–622.
4. Corfu F., Hanchar J. M., Hoskin P. W. O. and Kinny, P. D. (2003) Atlas of zircon textures. In *Zircon*, *Rev. Mineral. Geochem.*, vol. 53 (eds. J. M. Hanchar and P. W. O. Hoskin). Mineralogical Society of America/Geochemical Society, pp. 469–500.
5. Griffin W.L., Powell W.J., Pearson N.J., O'Reilly S.Y., 2008. GLITTER: Data Reduction Software for Laser Ablation ICPMS. In: P.J. Sylvester (Ed.), *Laser Ablation ICP-MS in the Earth Sciences: Current Practices and Outstanding Issues*. Mineralogical Association of Canada Short Course Series. Vol. 40. Vancouver, p. 308–311.
6. Grimes C.B., John B.E., Kelemen P.B. et al. Trace element chemistry of zircons from oceanic crust: A method for distinguishing detrital zircon provenance // *Geology*. 2007. V. 35. P. 643–646.
7. Linnemann U., Ouzegane K., Drareni A., Hofmann M., Becker S., Gärtner A., Sagawe A., 2011. Sands of West Gondwana: An Archive of Secular Magmatism and Plate Interactions – A Case Study from the Cambro-Ordovician Section of the Tassili Ouan Ahaggar (Algerian Sahara) Using U-Pb- LA-ICP-MS Detrital Zircon Ages. *Lithos* 123 (1–4), 188– 203. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2011.01.010>.
8. Ludwig K.R., 2012. ISOPLOT 3.75. A Geochronological Toolkit for Microsoft Excel. User's Manual. Berkeley Geochronology Center Special Publication 5, 75 p.
9. Pullen, A., Ibanez-Mejia, M., Gehrels, G. E., Ibanez-Mejia, J. C., Pecha, M., 2014. What happens when n= 1000? Creating large-n geochronological datasets with LA-ICP-MS for geologic investigations. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* 29 (6), 971–980.
10. Rubatto D., 2017. Zircon: The Metamorphic Mineral. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry* 83 (1), 261–295. <https://doi.org/10.2138/rmg.2017.83.9>.

Секция №3. Дистанционное зондирование Земли

Структурно-геологическая интерпретация данных сейсморазведки дешифрирования космоснимков с целью выявления площадей, перспективных для поиска месторождений нефти и газа (южное Приаралье). Карасаев А.В (ГУ «ИГИРНИГМ», karasaev90@gmail.com), Бикеева Л.Р. (ГУ «ИГИРНИГМ», Luizabikeyeva@mail.ru), Мусабеков А. (АО «Узбекгеофизика»), Акрамова Н.М. (ГУ «ИГИРНИГМ»), Хаджаева К.Р. (ГУ «ИГИРНИГМ») Ташкент, Узбекистан*

Аннотация

В статье приводятся результаты применения структурно-геологической интерпретации дистанционных материалов (дешифрирования космоснимков) для повышения эффективности поисково-разведочных работ. Основная задача заключается в выделении объектов, перспективных на обнаружение погребенных антиклиналей на базе интегрированного анализа геолого-геофизических, геоморфологических, геохимических и дистанционных исследований.

Ключевые слова

Линеамент, кольцевая структура, горизонталь, УВ, микроблок и т.д.

Теория

В разработанных краткосрочных программах усиления геологоразведочных работ в Устюртском регионе первоочередным районом для размещения поисковых работ по поиску промышленных скоплений УВ признано Южное Приаралье. Поэтапная разведка разреза Южного Приаралья за короткий период привела к открытию более 10 газоконденсатных месторождений с продуктивностью верхне-, - среднеюрских и нижнеюрских отложений, что подтвердило научную обоснованность выбранных направлений и позволило после первых двух-трех поисковых скважин начать разведку месторождений для подготовки их к эксплуатации. Подготавливаемые структуры практически сразу вводятся в бурение, и в этом аспекте остро встает задача создания задела подготовленных структур.

При решении этих задач сейсморазведочные работы ОГТ сталкиваются с рядом трудностей, обусловленных особенностями геологического строения и характером осадочного разреза Устюртского региона это - незначительная высота структурных ловушек и изменчивость по вертикали и латерали. Возможностью получения информации, по сути несущей в себе тектоническое содержание, и в большинстве случаев отражением существующих в природе тектонических объектов являются космогеологические исследования т.е. дистанционные материалы и их структурное дешифрирование содержат (зачастую) принципиально новые сведения о глубинном строении осадочного чехла и складчатого основания. Следовательно, привлечение и использование эффективных методов получения структурно-тектонической информации (дешифрирование КФС), включая и структурно-геологическую интерпретацию всего комплекса данных способствует повышению результативности поисково-разведочных работ (Бикеева, 2015 стр. 30-31).

При выполнении основных задач дистанционных исследований как правило, используются высокотехнологичные и эффективные программные технологии ERDAS

Imagine, ERDAS ERMapper, ENVI. Эти технологии способны обрабатывать данные ДЗЗ (image processing), выполнять различные операции над цифровыми снимками (коррекция, преобразование и улучшение, применение методов повышения контраста - линейное растягивание гистограммы), синтезирование (комбинирование) диапазонов электромагнитного спектра для определения наиболее информативных модификаций снимков, и самое главное в проведении тематического структурного дешифрирования, которое было выполнено с учетом специфических особенностей Устюртского региона его геологических и других природных особенностей (рисунок 1).

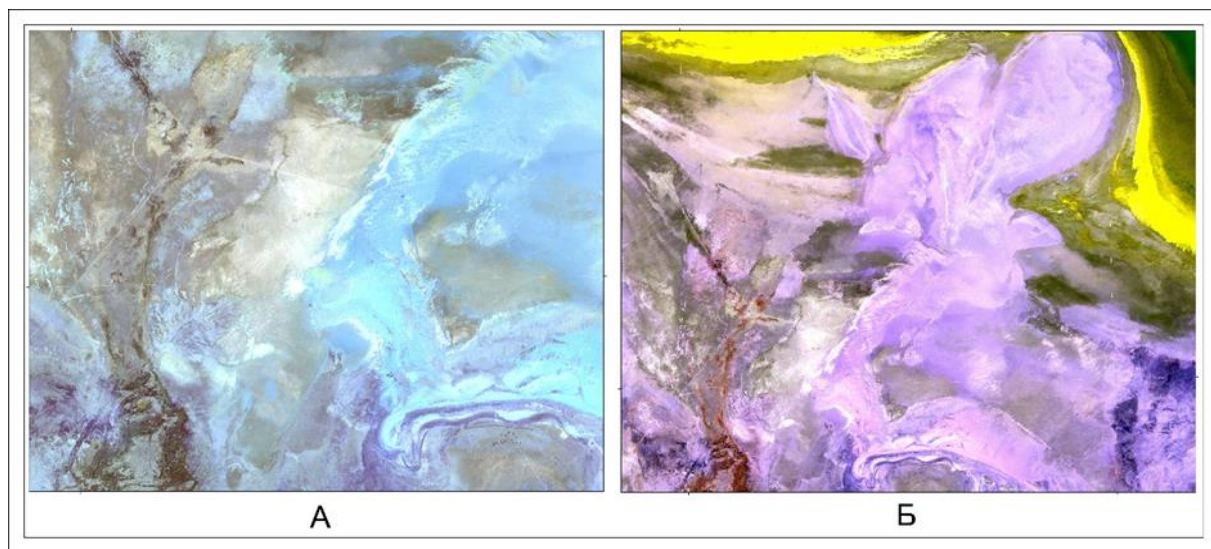


Рисунок 1. Устюртский регион. Синтезированные модификации космических снимков Landsat 5TM, Landsat 7 ETM+ диапазонов: А) Landsat 5TM (0.76-0,9; 10.4-12,5; 2.08-2,35); Б) Landsat 7ETM+ (0.45-0.52; 0.52-0.9; 2.09-2.35)

Исследуемая территория имеет горизонтальное (пологонаклонное) залегание слоев, невыдержанные литологические особенности пород и элементы рельефа. В процессе работ использована следующая методология: тематическое (специализированное) структурное дешифрирование линейных (линеаменты), дуговых (кольцевые структуры) элементов; ландшафтно-индикационное дешифрирование; дешифрирование ретроспективных космоснимков; составление схем различных видов дешифрирования (с разработкой дешифрировочных признаков объектов). Существенно осложняет решение поисковых задач сплошное развитие аллювиальных (дельта р. Аму-Дарьи) и морских (осушенная акватория Аральского моря) четвертичных отложений, крайне невыразительных в структурном отношении (Бикеева, 2019 стр. 35-40). Также осложняет решение этих задач особенности геологического строения территории (как правило, незначительная высота структурных ловушек и быстрая изменчивость по вертикали и латерали разреза регионально нефтегазоперспективных терригенных юрских отложений) и геоморфологические условия – плохая проходимость (широкое развитие сыпучих песков, заболоченность и засоленность территории). На заключительной стадии выполнена комплексная интерпретация основной целью которых - изучение геологического строения юрских и, по возможности, доюрских отложений с выявлением нефтегазоперспективных объектов. Этот вид исследований выполняется на заключительной стадии работ и сводится к различным видам сопоставлений результирующих схем, отстроенных в ходе исследований, и графических материалов предшествующих работ.

Как уже было отмечено, одной из наиболее перспективных зон Устьюртского региона является Судочий прогиб, где широким фронтом проводятся работы с целью выявления условий залегания нефтегазоперспективных комплексов в юрских и, по возможности, доюрских отложениях (Юлдашева М.Г., и др., 2012). На космоснимках проявляется интегральный образ разновозрастных и разноглубинных линейных структур. Линеamentный рисунок создается, во-первых, разрывами разных рангов, которые выведены на поверхность среди которых присутствуют как активные на новейшем и современном этапах, так и пассивные, отпрепарированные процессами денудации. Во-вторых, погребенными разломами фундамента и трещинными зонами осадочного чехла, которые отражены в элементах ландшафта линейными аномалиями. Конечно, как прямолинейные выглядят на КФС некоторые антропогенные объекты — дороги, линии электросетей, линии отработанных сейсмопрофилей, и т. д, которые отбраковываются экспертом в процессе дешифрирования.

С появлением компьютерных программ автоматизированной обработки материалов дистанционного зондирования, рельефа, геофизических, геохимических полей под линеаментами часто стали понимать линейные зоны резкого изменения значений спектрального градиента и оси линейных аномалий обрабатываемого поля, независимо от их происхождения. При компьютерной обработке линеamentной трещиноватости (фильтрация и классификация) выделение линеamentных зон осуществляется по особенностям поля спектральной яркости. В частности, при анализе систем градиентов спектральной яркости по «зонам потери корреляции» четко выявляются поперечные по отношению к генеральному простиранию градиентов, именно сгущения линеamentного градиента одного направления, вероятно и соответствует зоне разлома. Результаты обработки представлены в данной работе в виде карты поля тектонической нарушенности в изолиниях, что облегчает их восприятие и дальнейший анализ (рисунок 2).

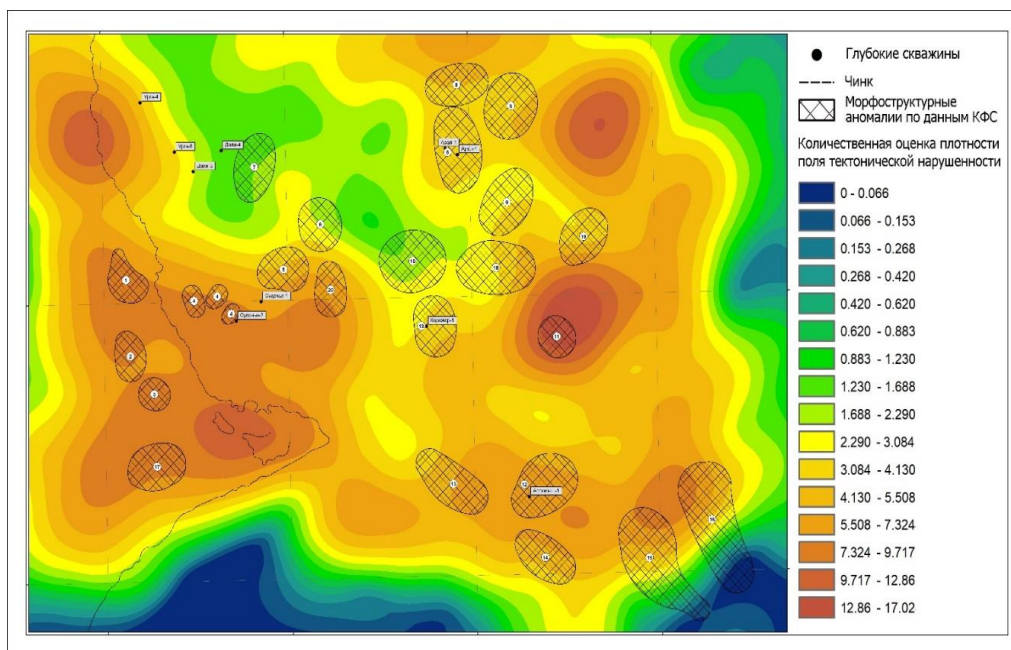


Рисунок 2. Карта поля тектонической нарушенности Судочьего прогиба

Этот метод позволяет анализировать закономерности в организации линейных элементов (дизъюнктивных нарушений), а также схематично систематизировать

элементы, выделенные путем структурно-тектонического визуально-экспертного дешифрирования элементов дизъюнктивной тектоники.

Изучение водораздела может не только дать дополнительные сведения о размещении антиклиналей, но и установить их строение. Локальные антиклинальные складки устанавливаются по: образующему в форме эллипса (полуэллипса) рисунку тальвега; по форме петли; подковы; дуги; радиальной форме (Бикеева, 2019 стр. 35-40). По внешним морфологическим признакам кольцевые структуры могут быть разных размеров, проявляться в виде замкнутого кольца или овала и существовать «обособленно», либо являются сателлитами более сложных форм, которые проявляются на космоснимке фрагментарно в виде незамкнутого кольца (Глух А.К., 1976 стр. 61-64).

Выводы

На КФС территории исследований выделяются 4 группы: первую группу объектов представляют линеаменты различного простирания, отражающие на поверхности зоны дизъюнктивов; вторую группу образуют отдешифрированные контуры бессточных впадин и солончаков различных размеров, формы, ориентировки и выраженности на поверхности; к третьей группе отнесены изометрически овальные крупные объекты (концентры) и последней наиболее важной группой выделены локальные кольцевые аномалии.

При геологической интерпретации дешифрованных объектов, наполнении их геологическим содержанием привлекались геофизические материалы: Структурная карта по кровле палеозойских образований; Схема распределения магматогенных объектов с элементами гравитационного и магнитного полей; Схематическая карта локальных гравиметрических аномалий со структурно-тектоническими элементами; Карта поверхности кристаллического фундамента; Структурная карта по кровле нижнеюрских отложений и др. Материалы сейсморазведки 3D. Выполненный комплексный подход к интерпретации данных дешифрирования позволил отбраковать сомнительную информацию и создать структурно-тектоническую модель площади в виде схемы генерализированных линейных (линеаментов) и дуговых (КС) элементов дешифрирования.

Библиография

1. М.Г. и Хегай Д.Р. // Актуальные вопросы нефтегазовой геологии и геофизики и возможные пути их решения. - Ташкент : [s.n.], 2012 г.
2. Remote sensing data for structural and geological research of the Republic of Uzbekistan [Статья] / авт. Бикеева Луиза Равкатовна // International Journal of Geology, Earth & Environmental Sciences. - 2019 г..
3. Использование дистанционных исследований при поисках структурных ловушек на слабоизученных территориях Устюртского региона [Статья] / авт. Бикеева Луиза Равкатовна // Нефтегазогеологическая наука Узбекистана и роль молодежи в решении ее проблем. - 2015 г..
4. К методике определения морфологической характеристике зон разломов по результатам изучения удельной трещиноватости. [Статья] / авт. Глух А.К. // Труды СААИГИМС. Вопросы методики разведки месторождений полезных ископаемых и экономики минерального сырья.. - Ташкент : [s.n.], 1976 г..
5. Перспективы нефтегазоносности карбонатных отложений верхнеюрского возраста Косбулакского прогиба (Устюртский регион). [Статья] / авт. Юлдашева М.Г. и Хегай Д.Р. // Актуальные вопросы нефтегазовой геологии и геофизики и возможные пути их решения. - Ташкент : [s.n.], 2012 г.

Технология виртуальной реальности при анализе данных дистанционного зондирования, полученных с беспилотного летательного аппарата. Богоявленский

И.В. (ИПНГ РАН, galienskiy@yandex.ru), Гаврилов А.А. (ИПНГ РАН, art-pioner@yandex.ru)*

Аннотация

Сотрудники ИПНГ РАН имеют многолетний опыт проведения полевых научно-исследовательских работ в различных регионах России и зарубежья. С 2014 года на данный момент проведено более 20 экспедиций в том числе на Керченский полуостров, Тамань, Саратовскую область, Ямало-Ненецкий округ, Азербайджан (1-7). Большинство экспедиций посвящено изучению проявлений различных форм дегазации – природной и техногенной, а также анализу причин их возникновения, последствий и урона, наносимого окружающей среде, населению, хозяйственным объектам, а также промышленности. Целью каждого полевого исследования является выработать единый комплекс мер по ликвидации последствий произошедших аварий и катастроф, а также по недопущению возникновения новых.

На полноту и качество собранной информации во время полевых исследований огромное влияние оказывает простой человеческий фактор, из-за которого всегда есть вероятность некачественно выполнить поставленные задачи, а значит упустить возможность собрать важный научный материал. Частично эту проблему решает построение цифровых двойников изучаемых объектов и их перенос в виртуальное пространство, где можно рассмотреть и изучить в мельчайших подробностях зоны, не имеющие прямого доступа на месте, но доступные если применять специальные технические средства типа беспилотников, эхолотаторов и т.п.

Ключевые слова

Виртуальная реальность, беспилотники, цифровые модели, дегазация, Арктика

Источники финансирования

Работа выполнена при финансировании в рамках Государственного задания по теме «Повышение эффективности и экологической безопасности освоения нефтегазовых ресурсов арктической и субарктической зон земли в условиях меняющегося климата» (122022800264-9)

Теория

В прошлых работах (1-2) рассказывалось о сложности проведения исследований в труднодоступных регионах, важности наличия навыков проведения оперативных полевых исследований и обработки данных, полученных в разных погодных условиях, а также обосновывался выбор территории Тульской области и Подмосковского угольного бассейна как научного геологического полигона, на котором сотрудники ИПНГ РАН повышают свой опыт по сбору и обработке данных с БПЛА, георадаров, эхолотов и пр.

Всю технику, что мы используем в экспедициях в Арктике и других регионах, мы тестируем и отлаживаем именно на этом полигоне. Следует отметить, что информация, получаемая на геологическом полигоне, ложится в самостоятельные научные статьи и входит в отчетность по теме государственного задания.

На этом полигоне также отрабатываются новые идеи и способы изучения опасных объектов. Таким образом было принято решение опробовать и испытать дополнительный способ сбора и анализа научного материала – создание цифровых двойников опасных геологических объектов и их изучение в виртуальной реальности.

Территория Тульской области является старым карстующимся регионом, где часто происходят проседания и провалы земли с обнажением известковых пород возраста нижнего карбона-верхнего девона. Вполне вероятно, что эти провалы связаны с обводнением старых угольных шахт Подмосковного угольного бассейна, расположенного на территории области. Одним из самых известных благодаря СМИ (6-7) карстовых провалов в Тульской области, является карстовый провал в селе Деделово Киреевского района, образовавшийся 8 мая 2019 года (рис. 1).



Рисунок 1. Карстовый провал в Тульской области 18.05.2019

Съемка карстового провала была сделана спустя 10 дней после его возникновения и велась в 3 этапа в утреннее время с одной высоты в 50 м в течении примерно 1 часа. Всего было сделано 276 фотографий. В основу построения цифровой модели было выбрано 69 удовлетворяющих всем техническим и визуальным требованиям фото, одним из которых является наименьшая площадь затененных участков снимаемого объекта. По результатам анализа построенной цифровой модели карстового провала была выяснены его параметры – площадь составила около 407м², а объем более 2700м³. В течении последующих трех лет наблюдений с момента возникновения провала и первой его съемки было проведено еще 10 мониторинговых полетов и построений моделей.

Одним из этапов создания цифровой модели по методу аэрофотограмметрии (1-3) в ПО Agisoft является построение плотного облака точек. В зависимости от поставленных задач и целей исследования, облако можно проредить, т.е. исключить лишние точки, создающие «шум» - помехи и лишние подробности рельефа (например низкая растительность). По прореженному облаку точек отстроится строится высокополигональная модель – модель, где каждые точки связаны между собой плоскостями/полигонами (рис 2).

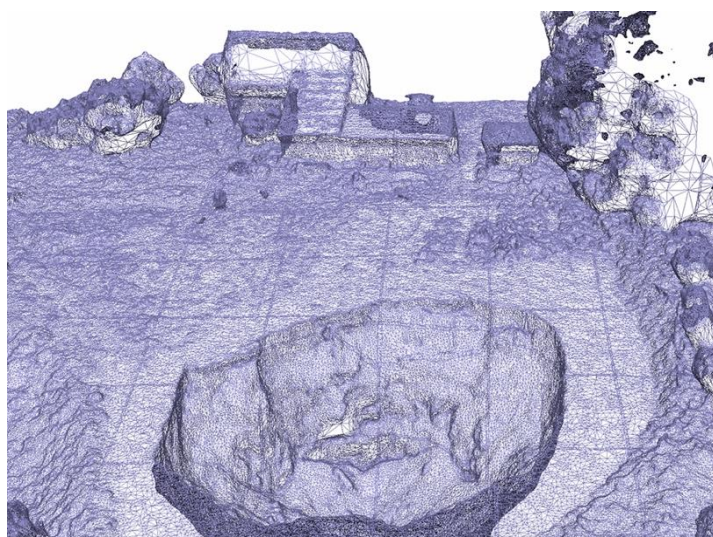


Рисунок 2. Фрагмент высоко-полигональной модели карстового провала

Далее для модели создается текстура, вычисленная и построенная по фотографиям с БПЛА. Для качественного отображения модели в виртуальном пространстве текстуру желательно создать в максимальном разрешении, насколько это позволяют лежащие в основе самой текстуры фотографии. Модель с готовой с текстурой грузится (рис.3) в специально подготовленный проект, сделанный в кроссплатформенной среде разработки трехмерных и VR приложений Unity (США). Перенос происходит без изменений и искажений реальных физических размеров и масштабности. В этой среде для последующего правильного визуального восприятия в виртуальном пространстве масштаба и объемов снятого объекта (модели) корректируется позиционирование самой модели и начальная точка обзора.



Рисунок 3. Фрагмент обработанной цифровой модели карстового провала. Вид в виртуальной реальности

По желанию можно добавить различный функционал для взаимодействия с моделью в созданном виртуальном мире – например перемещение по объекту и проведение физических измерений при помощи виртуальной рулетки (линейки) и транспорта. Результаты измерений в виртуальном пространстве имеют такой же

формат как в геолокационных свойствах фотографий, точны и отображают реальные физические параметры объекта как они есть на самом деле.

Выводы

Изучение геологических объектов в виртуальном пространстве помимо материала для проведения дальнейших мониторинговых исследований, дает нам новые возможности по изучению интересующего нас объекта.

При помощи цифровых моделей и виртуальной реальности можно понять реальные масштабы объекта, не находясь на нем физически. Можно проще, безопаснее, быстрее и точнее проводить замеры физических параметров изучаемого объекта.

Использование такого метода в исследованиях повышает точность и качество научных выводов и решений.

Библиография

1. Богоявленский И.В. «Мониторинговые исследования геологических объектов с применением беспилотных летательных аппаратов» Материалы X Международной научной конференции молодых ученых «Молодые – Наукам о Земле», т.3 с. 107-111 Российский Государственный Геологоразведочный Университет имени Серго Орджоникидзе, Москва, 2022
2. Богоявленский И.В. «Применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в задачах геоэкологического мониторинга опасных геологических объектов в Арктике» Материалы 76-ой Международной молодежной научной конференции «Нефть и газ – 2022» т.2 с.14-15 Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва, 2022
3. Богоявленский И.В., Никонов Р.А. «Геоэкологический мониторинг Сеяхинского кратера газового выброса в ЯНАО» Сборник трудов V Всероссийской молодежной научной конференции «Актуальные проблемы нефти и газа» с. 115-118 ИПНГ РАН, Москва, 2022
4. Богоявленский И.В., Широбоков М.П. «Полевые и дистанционные исследования опасных геологических объектов в Центральной и Арктической частях России» Сборник трудов V Всероссийской молодежной научной конференции «Актуальные проблемы нефти и газа» с. 119-122 ИПНГ РАН, Москва, 2022
5. Богоявленский В.И.; Богоявленский И.В.; Каргина Т.Н.; Никонов Р.А. [2020b]. Цифровые технологии дистанционного выявления и мониторинга развития бугров пучения и кратеров катастрофических выбросов газа в Арктике // Арктика: экология и экономика. - № 4 (40). - С. 90-105. - DOI:10.25283/2223-4594-2020-4-90-105.
6. Bogoyavlensky I.V. [2020] Results of changes monitoring in the Tula karst sinkhole based on remote sensing from an unmanned aerial vehicle. EAGE, *Geomodel 2020*. – 5 p. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.202050100>
7. Bogoyavlensky I.V. [2021] Digital Remote Sensing Technologies for Studying Objects of Powerful Gas Blowouts on The Yamal Peninsula Using Unmanned Aerial Vehicles. EAGE, *Geomodel 2021* – 1-5p. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.202157120>

*Исследование опасных скально-обвальных участков Кругобайкальской железной дороги по данным беспилотных съемок. Гантимурова С.А. * (ИРННТУ, ИГХ им. А.П. Виноградова СО РАН, lanagant@geo.istu.edu), Паршин А.В. (ИРННТУ, sarhin@geo.istu.edu), Костерев А.Н. (ИРННТУ, akosterev@geo.istu.edu), Субботина Д.А (ИРННТУ, subdarina@geo.istu.edu), Коншин И.О. (ИРННТУ, igor.konshin@geo.istu.edu), Лобузов И.В.(ИРННТУ, lobuzovi@geo.istu.edu), Снегирев Н.В. (ИРННТУ, nsnegirev@geo.istu.edu)*

Аннотация

Развитие опасных геологических процессов является причиной рисков для железнодорожной инфраструктуры [1-4]. Сложные климатические, геологические, геоморфологические, сейсмические условия и другие факторы обуславливают сложность мониторинга и прогнозирования обвалов и осыпей. В данном докладе представлены результаты обработки и анализа данных, полученных при обследовании склонов Кругобайкальской железной дороги с применением технологий комплексных дистанционных зондирований земной поверхности при помощи беспилотного летательного аппарата (БПЛА). В результате обследования проведено картирование 69 участков общей площадью 38 кв. км. Опасные обвально-осыпные зоны выделены в результате геоинформационного моделирования взаимосвязи морфометрических показателей.

Ключевые слова

Обвалы, осыпи, опасные геологические процессы, БПЛА, фотограмметрия.

Источники финансирования

Хоз. договор № 95/ЗПЭ-ЦДИ/22/1/1 от 05.10.2022 между ИРННТУ и ОАО «РЖД».

Теория

Исследования экзогенных геологических процессов (ЭГП) на линейно-протяженных объектах горных районов могут быть осложнены из-за труднодоступности и удаленности участков. Дистанционные методы делают возможным проведение частых и качественных наблюдений [3,4].

Предметом данного исследования являются опасные скальные обвалы и осыпи, распространенные на территории в границах от 72 километра 280 метра до 152 километра 350 метра Кругобайкальской железной дороги направления Порт Байкал – Слюдянка Восточно-Сибирской железной дороги. Для получения геопространственных данных, необходимых для создания цифровой модели местности и расчета морфометрических параметров, имеющих отношение к риску возникновения камнепадов и осыпей, использовалось следующее оборудование: гексакоптер SibGIS UAS (Unmanned Aerial System), с установленным механизмом складывания ног; двухосевые подвесы (сервомоторы для балансировки-угол, качение, без поворотов); съемка выполнялась с помощью камер Mapir Survey 3 под углами 45° и 90°.

Полетные задания были подготовлены с помощью интеллектуального модуля SibGIS Flight Planner таким образом, чтобы обеспечить съемку сильно пересеченного рельефа с примерно постоянным расстоянием от центра фотографирования до склона с учетом угла наклона камеры (целевое расстояние 125 метров), и перекрытием 80/80 процентов между снимками. Взлет и посадка БПЛА осуществлялись на палубу судна, находящегося в нескольких десятках метров от берега.

В результате фотограмметрической обработки изображений было получено плотное облако точек, множество вершин поверхности объекта, которые определяются координатами X, Y и Z. Далее была построена карта высот и цифровая модель местности (на основе которых происходит создание слоев морфометрической информации, таких как крутизна склона, пересеченность и т.д.), а также построен ортофотоплан. В среде ГИС на основе цифровой модели и ортофотоплана были созданы карты факторов, обуславливающих уровень опасности: крутизна склонов, топографический индекс влажности, индекс пересеченности рельефа, растительный покров, эрозионная подверженность, профильная кривизна. Моделирование взаимосвязи факторов, влияющих на опасность склонов, происходит при помощи методов взвешенного суммирования признаков [4].

В ходе геоинформационного моделирования отдельные слои признаков объединяются в многоканальный растр, в каждой ячейке которого записаны значения всех параметров. Путем взвешенного суммирования признаков были созданы интегральные карты опасности склонов с отображением относительной вероятности скально-обвальных явлений. На рисунке 1 представлена карта опасности склонов одного из исследованных участков.

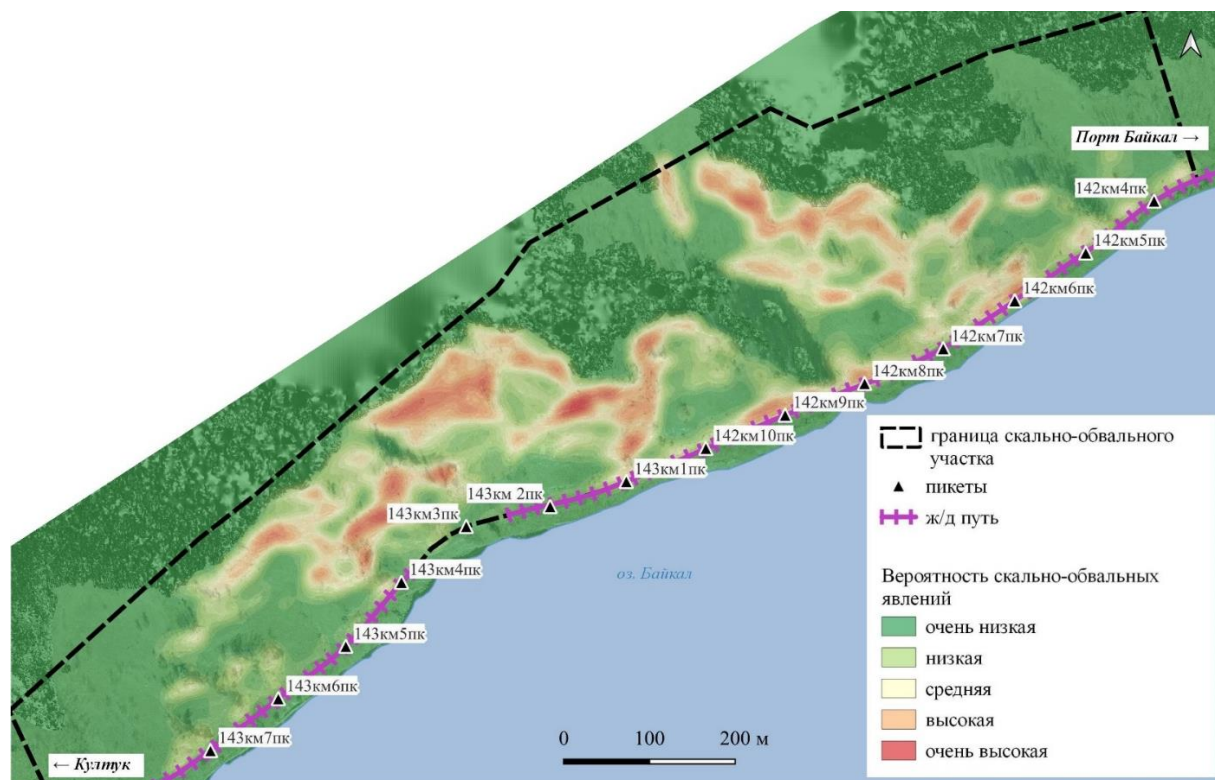


Рисунок 1. Карта опасности склонов скально-обвального участка КБЖД № 58, 142 км пк3,50-143 км пк9,00

Участок представляет собой две многоярусных скальных полувыемки косогорного типа, разделенных тоннелем, и выше - задернованный косогор крутизной 50-55°. Высота скальных обнажений на косогоре 20-60м, крутизной 65-85°. Косогор слабозалесен мелколесьем с отдельно стоящими деревьями. Скальные полувыемки и скальные обнажения сложены слабо выветрелыми мелкозернистыми гранита-гнейсами, трещиноватыми. Высота косогора до 300м. Наибольшую угрозу для пути представляют верховые скальные обнажения 2,3-го ярусов.

Карта опасности склонов является промежуточным информационно-картографическим материалом - средством поддержки принятия решений. В результате визуального анализа автоматизировано выделенных областей с высоким и очень высоким риском осуществляется уточнение границ опасных зон, отмечаются опасные скальные блоки и глыбы (рисунок 2 и 3).

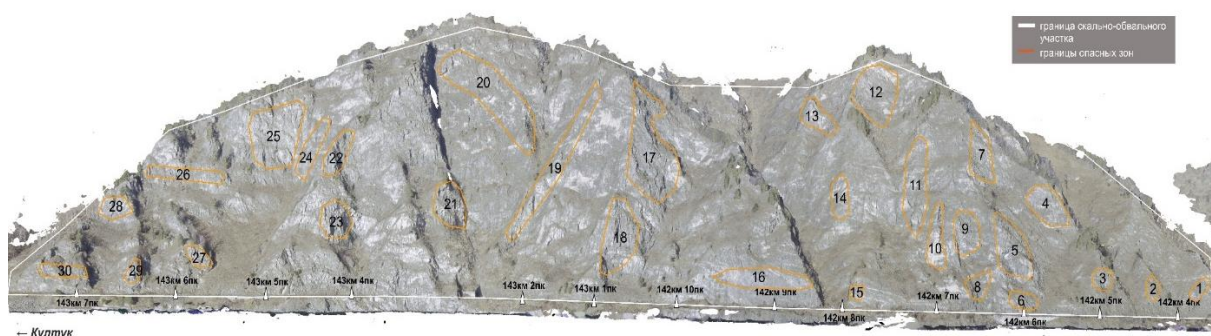


Рисунок 2. Скриншот трехмерной модели с указанием опасных зон скально-обвального участка КБЖД № 58, 142 км ПК3,50-143 км ПК9,00

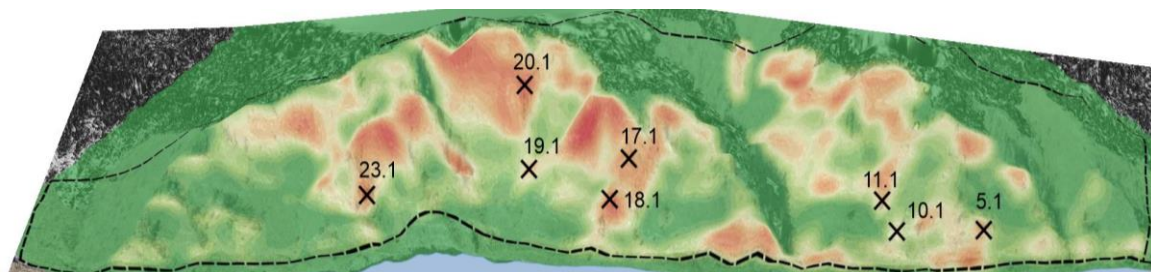


Рисунок 3. Схема участка с указанием опасных элементов (скальных блоков и глыб, отмеченных крестом и пронумерованных в соответствии с номером зоны), для которых произведён расчёт вероятной траектории падения скальных обломков

На основании трехмерной модели с границами опасных зон рассчитывается необходимый объем оборки неустойчивых камней. Также измеряется объем опасных элементов, необходимый для расчета вероятной траекторий их падения (рисунок 4). Двумерные модели имитируют траектории камнепадов в пространственной области, определяемой двумя осями, расчеты производятся вдоль профиля склона [5].

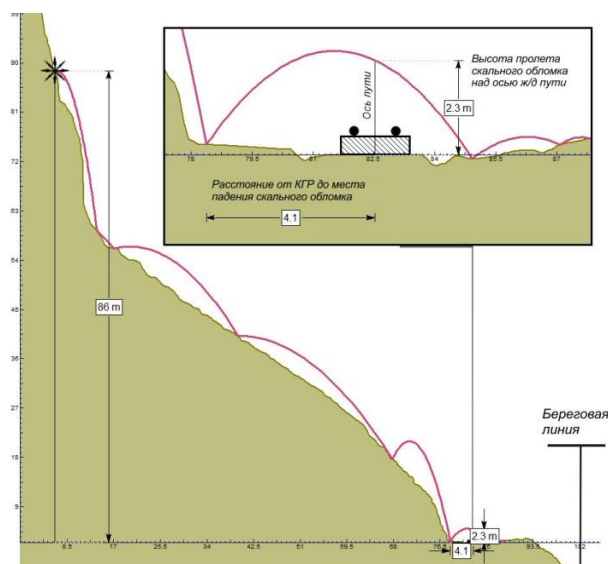


Рисунок 4. Поперечный профиль с вероятной траекторией падения опасного элемента

Выводы

Результаты исследования могут быть использованы для сопровождения принятия решений, связанных со строительством и эксплуатацией линейных сооружений в горных районах, подверженных обвально-осыпным явлениям. Взвешенное суммирование геопространственных морфометрических признаков позволяет провести качественную оценку подверженности территорий обвально-осыпным явлениям. При помощи разработанной технологии исследования опасных скальных участков возможно ведение мониторинга на склонах, нуждающихся в постоянном контроле.

Библиография

1. Аккерман Г.Л., Аккерман С.Г. Особенности железнодорожных транспортных систем приполярных областей российской федерации. Транспорт Урала 2, 2018, С. 43-46.
2. Курулюк И.Е. Проектирование программного обеспечения для оценки интенсивности денудационных процессов фотограмметрическими методами. Проблемы геологии и освоения недр: труды XX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова, Томск, 2016. С. 565-566.
3. Язвенко П.А. Опасные экзогенные геологические процессы Северного Сихотэ-Алиня и прогноз их интенсивности при транспортном освоении территории (на примере жд линии Комсомольск – Советская Гавань): дисс. на соискание ученой степени канд. геол.-мин. наук. – Хабаровск, 2016. – 161 с.
4. Gantimurova, S., Parshin, A., & Erofeev, V. (2021). GIS-Based Landslide Susceptibility Mapping of the Circum-Baikal Railway in Russia Using UAV Data. Remote Sensing, 13(18), 3629.
5. Volkwein A, Schellenberg K, Labiouse V, Agliardi F, Berger F, Bourrier F, Dorren LK, Gerber W, Jaboyedoff M. Rockfall characterisation and structural protection – a review. Natural Hazards and Earth System Sciences.2011 Sep 27; 11(9):2617-51.

Оцифровка колебания индикатора прибора ГНУ-КВ. Использование алгоритма распознавания видео. Ерохин А.М. (ООО «Петровайзер»),*

erokhin_am@petroviser.ru), Бойко А.М. (МГРИ, anna.maksimovna.b@gmail.com), Белов А.П. (МГРИ, belovap@mgri.ru), Лобанов А.М. (МГРИ, lobanovam@mgri.ru), Кудрявцева У.Д. (ООО «Петровайзер», kudryavtseva_ud@petroviser.ru), Венедиктов К.В. (ООО «Петровайзер», venediktov_kv@petroviser.ru)*

Аннотация

Для более точного изучения низкочастотных колебаний грунтов с помощью гравиметра ГНУ-КВ проведена доработка прибора, заменен обычный окуляр на электронный окуляр – видеокамеру. Это позволяет цифровизировать показания прибора и получить более точные данные для последующего математического анализа. Таким образом, доработка прибора с помощью видеокамеры позволяет улучшить качество и количество изучаемых низкочастотных колебаний грунтов.

Преобразование колебаний индикатора гравиметра ГНУ-КВ в видео включает в себя высокочастотную съёмку изображения индикатора с частотой 18Гц и перенос этого изображения в видеоформат. Частота съемки заведомо выше частот рабочих колебаний индикатора. Эти измерения передаются на ПК с помощью перехватчика данных в цифровом формате и могут быть использованы для дальнейшего анализа. Процесс преобразования видео в цифровой вид подразумевает использование алгоритма, позволяющего отследить и анализировать изменения в изображении индикатора на каждом кадре.

Анализ движения индикатора является процессом, в котором на основе изображения видеокadra определяется точное местонахождение и направление движения индикатора. Более точные движения индикатора могут определяются с помощью таких технологий и автоматических алгоритмов:

- цветное усреднение,
- динамическая контрастность изображения,
- сглаживание шумов,
- нахождение центра индикатора,
- определение направления движения индикатора.

После этого данные анализируются, в результате создаётся цифровая карта колебаний индикатора, позволяющая идентифицировать различные частоты, амплитуды, а также интенсивность колебаний индикатора.

Данная техника базируется на нескольких методах анализа для обработки и определения формы колебания индикатора. Основные методы состоят в анализе движения потока, анализе временного ряда, анализе спектра и анализе визуальной последовательности.

Полученная информация используется для создания моделей и для измерения физических величин.

Для создания модели колебаний используется цифровое разложение Фурье. В результате частотного анализа выявляется набор функций – называемых простыми гармониками. Эти функции имеют в виду, что сигнал может быть разложен на отдельные части, каждая из которых представляет собой синусоиду с фиксированной частотой. Исходя из этого, сигнал преобразуется в сумму синусоидальных компонентов.

[3]

Ключевые слова

Гравиметр, индикатор, видео, цифровизация, разложение Фурье, редукция, автономность.

Источники финансирования

На данном этапе финансирование отсутствует.

Теория

Преобразование в цифровой вид можно описать в виде процессов:

- 1) Процесс передачи/получения исходных данных (получение видео потока на ПК по средствам цифрового канала)
- 2) Процесс декомпрессии (получение покадровых данных, привязка полученных данных к шкале времени)
- 3) Процесс улучшения качества данных
- 4) Процесс декодирования – преобразования в цифровой вид

Задачи фундаментальных исследований:

- a) Преобразование исходных данных в доступный для дальнейшей обработки и накопления вид.
- b) Устранение шумов в исходных данных

Прикладные задачи:

- a) Улучшение эксплуатационных характеристик гравиметра
- b) Уменьшение человеческого фактора при использовании гравиметра

Полевые исследования:

- a) Определение стабильности работы гравиметра при стандартных условиях эксплуатации.
- b) Определение качества работы алгоритмов устранения шумов.
- c) Определение качества цифровизации
- d) Определение пригодности данных к дальнейшим исследованиям. [4]

Достоинства и преимущества:

- a) Дешевизна использования данной технологии.
- b) Автономность.
- c) Удобство, сокращение затрат времени на исследования.

Способ исследования:

- Проведение видеозаписи колебаний индикатора прибора ГНУ-КВ с помощью видеокамеры.

- Оцифровка колебания индикатора прибора ГНУ-КВ. Используется алгоритм распознавания видео. (рис. 2)
- Нормализация сигнала с помощью фильтрации шума и приведение к единой шкале. Редукция шумов и высокочастотной составляющей.
- Спектральный анализ временного ряда колебаний в прикладном ПО «Матлаб». (рис. 1)
- Определение особенностей спектра однородных блоков, зон дробления и поглощения.
- Определение мест нарушения стационарности спектра отдельных блоков для определения вертикально-плотностных контактов. [2]

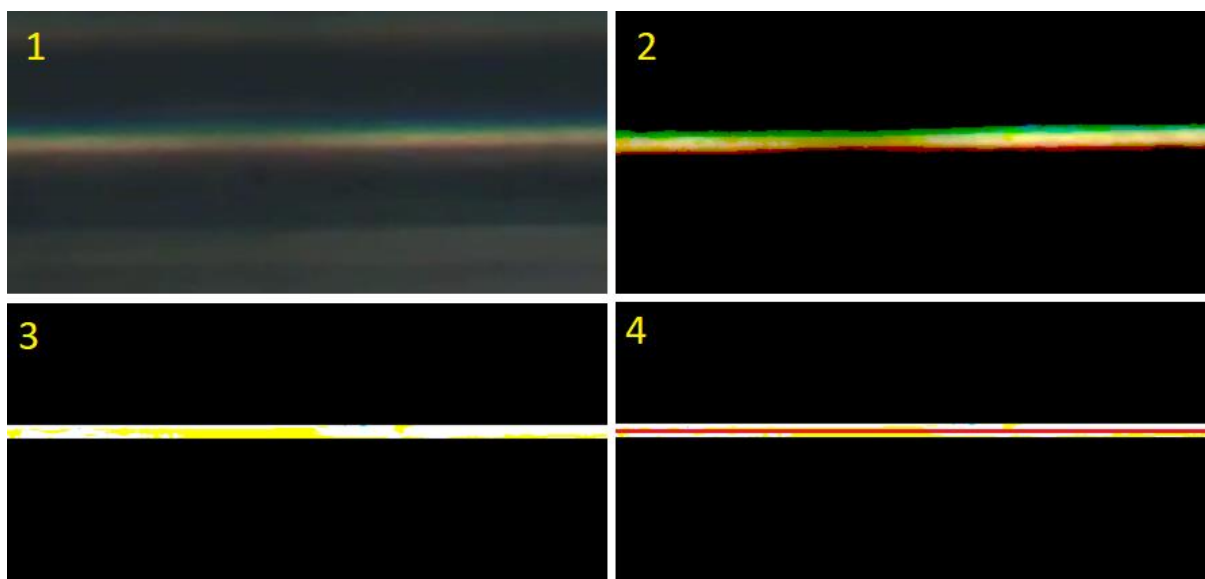


Рисунок 1. Шаги преобразования кадра исходных данных (кадр положения индикатора из видео) в цифровой вид. С каждым шагом происходит улучшение качества данных и пригодность для дальнейшей обработки, а именно методы сглаживания, шумоснижения, фильтрации и другие методы статистической обработки данных, в итоге определяется точное положение индикатора для каждого кадра.

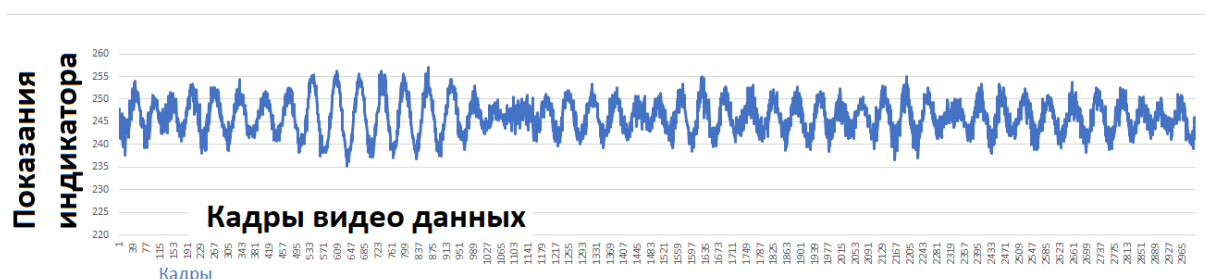


Рисунок 2. Полученные оцифрованные данные

Выводы

- ✓ Цифровизация показаний гравиметра уменьшает трудозатраты на снятие показаний.
- ✓ Разрешение видео и частота съемки достаточна для точного определения показаний без потери информации.
- ✓ При цифровизации улучшается качество и точность показаний прибора.
- ✓ Данные пригодны для разложения Фурье и дальнейших исследований.[1]

Библиография

1. Горитов А.Н. Предварительная обработка изображений в системах технического зрения 2018г -53 с.
2. Джон Смит и Джейн Уильямс. Введение в цифровую точность: принципы и практика 77 с.
3. Трофимов В.В., Макарчук Т.А.: учеб. Пособие, г. Москва. Информационные системы и цифровые технологии. Практикум. Часть 1, 2021г - 112 с.
4. Шубников В.Г. Беляев С.Ю. Подавление шума и оценка различий в изображениях. Учебное пособие. СПбГУ, 2013г – 58 с.

Применение беспилотных летательных аппаратов для экологического мониторинга магистральных систем нефтепроводов. Жаркова В.В.* (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, zharkova.v@gubkin.ru)

Аннотация

В работе рассматривается эффективность применения БПЛА для реализации экологического мониторинга линейной части магистральных нефтепроводов, в частности поднимается проблематика своевременного обнаружения утечек углеводородов в системах и оперативное реагирование на них. Также отражаются ключевые аспекты различных типов датчиков на беспилотных летательных аппаратах с основными характерными параметрами для оценки состояния нефтепроводных систем. Также выделены критерии при выборе использования данного способа экологического мониторинга и показана схема обработки полученных данных с БПЛА с помощью специализированного программного обеспечения.

Ключевые слова

Беспилотные летательные системы, магистральные нефтепроводы, экологический мониторинг, аэрофотосъемка, обнаружение утечек углеводородов

Теория

В настоящее время Российская Федерация обладает распространенной сетью магистральных трубопроводов, по данным компании ПАО «Транснефть» протяженность магистральных трубопроводов составляет 67,2 тыс. км., из которых 50,8 тыс. км нефтепроводов и 16,4 тыс. км нефтепродуктопроводов. По трубопроводному транспорту перемещается около 99% добываемой нефти и более 50% производимой продукции нефтепереработки [4].

Многие задачи, касающиеся вопросов безопасности объектов НГК, решаются с помощью колоссальных затрат, тогда как экономически выгодно решать их с использованием БПЛА [1]. В современных реалиях работы нефтегазового сектора работа линейных обходчиков все еще остается актуальной методикой мониторинга нефтепроводов. Однако для поддержания эффективности работы данные патрулирования необходимо проводить на регулярной основе, что все еще не гарантирует оперативное обнаружение утечек, что в свою очередь содержит в себе потенциально большие экономические издержки [6].

Сочетание беспилотной системы и развитого программного обеспечения позволяют обеспечивать анализ и аналитическую информацию на основе изображений с высоким разрешением и связанных с ними геопространственных данных о трубопроводах. С помощью комплекса БПЛА в режиме реального времени можно получать высококачественные аэрофотоснимки, видеосъемку и другое [7], [1].

Существует несколько видов беспилотников:

- мультироторного типа;
- самолетного типа;
- вертолетного типа;
- гибридные БПЛА [2].

Стоит отметить, что систематические исследования протяженных магистральных линий трубопроводов целесообразнее проводить с помощью БПЛА с неподвижным крылом (самолетный тип) и с автоматическим проектированием полета в связи с тем, что они имеют простую конструкцию и эффективную аэродинамику, что обеспечивает большую продолжительность полета и более высокие скорости. Кроме этого, с помощью данного вида БПЛА возможно эффективно выполнять аэрофотосъемку, требующей получения изображений с географической привязкой на больших площадях [5]. Для более локализованных участков и регулярных облетов эффективнее использовать мультироторный тип беспилотников. Они имеют большую маневренность в ограниченном пространстве за счет поворотного крыла и способны фокусироваться на объекте в течение длительного времени, хотя показатель «дальность полета» проигрывает БПЛА самолетного типа [5].

Для мониторинга нефтепроводов необходимо тщательно исходя из задач выбирать комбинацию платформы и установленных на ней датчиков. Основные типы датчиков БПЛА, которые могут использоваться для мониторинга нефтепроводов в штатном режиме и обнаружения утечек углеводородов, отражены в таблице 1.

Таблица 1 Датчики (целевая аппаратура на платформу БПЛА) для мониторинга состояния магистральных нефтепроводов [5, 6]

Способы съемки	Решаемые задачи	Недостатки
----------------	-----------------	------------

Видимый диапазон (длина волны 0,38–0,76 мкм)	<ul style="list-style-type: none"> • Инспекция инфраструктуры • Обнаружение разливов 	<ul style="list-style-type: none"> • Подходит только при дневном освещении • Ограничено атмосферными явлениями
Мультиспектральный диапазон	Характеристика и мониторинг состояния окружающей среды	<ul style="list-style-type: none"> • Подходит только при дневном освещении • Ограничено атмосферными явлениями
Тепловой диапазон (длина волны 8–14 мкм)	Обнаружение и мониторинг утечек	Необходимы справочные данные для сравнительной характеристики
Гиперспектральный диапазон	Характеристика и мониторинг состояния окружающей среды	Необходимая библиотека
Лидарная съемка	<ul style="list-style-type: none"> • Мониторинг инфраструктуры трубопровода • Построение 3D моделей 	<ul style="list-style-type: none"> • Высокое энергопотребление • Зависит от инерциальной навигационной системы • Отсутствие коммерческих датчиков • Трудности с определением точных размеров
Радарная съемка	Обнаружение и мониторинг утечек	<ul style="list-style-type: none"> • Высокое энергопотребление • Необходимы дифференциальные изображения • Отсутствие коммерческих датчиков Трудности с определением точных размеров
Съемка с помощью детекторов газа	Обнаружение и мониторинг утечек	<ul style="list-style-type: none"> • Высокое энергопотребление • Ограниченный радиус действия • Неточность в ветреных условиях • Небольшая площадь исследования

В связи с преобладающей протяженностью подземных трубопроводных систем в России не всегда эффективно использование некоторых видов датчиков. По данным исследования, для мониторинга подземных нефтепроводов целесообразно применение тепловизионного отображения для определения утечек углеводородов на ранней стадии [2]. При помощи БПЛА удастся вовремя обнаружить потерю сырья, что в значительной мере экономит средства и повышает эффективность работы [6].

На выходе с помощью специальных датчиков и выбранной платформы мы получаем изображения с пространственной привязкой, которые необходимо обработать для дальнейшего анализа. Существуют различные программные обеспечения, позволяющие выполнить обработку полученных данных, тем не менее этапы работ схожи, подробнее схема обработки представлена на рисунке 1.

После обработки полученных данных с БПЛА получается:

- Ортофотоплан, в формате GeoTIFF.
- Цифровую модель местности, в формате DEM. Формат представляет собой GeoTIFF файл, в котором различной яркостью пикселя обозначена высота в данной точке [3].



Рисунок 1 Схема обработки полученных данных с БПЛА [3]

Выводы

Таким образом, в работе были рассмотрены беспилотные летательные аппараты с точки зрения их эффективного использования для экологического мониторинга систем трубопроводного транспорта, а именно для контроля за состоянием линейных зон нефтепроводов. Современные технологии, основанные на использовании БПЛА, сокращают экономические риски, связанные с мониторингом линейных объектов, который в свою очередь позволяют предотвратить аварийные разливы нефти.

Производительность применения беспилотных летательных систем напрямую зависит от целевой аппаратуры и выбранной платформы. Несомненно, что БПЛА имеет ряд преимуществ, позволяющих конкурировать с другими средствами экологического мониторинга нефтепроводов, но также присутствуют недостатки, которые в настоящее время замедляют процесс активного внедрения дронов в трубопроводный транспорт и нефтегазовую отрасль в целом.

Библиография

1. Аникаева, А. Д. Оценка потенциала применения беспилотных летательных аппаратов в нефтегазовой отрасли / А. Д. Аникаева, Д. А. Мартюшев // Недропользование. – 2020. – Т. 20. – № 4. – С. 344-355. – DOI 10.15593/2712-8008/2020.4.4. –
2. Жаркова, В. В. Разработка мер по экологическому мониторингу технологического участка магистрального нефтепродуктопровода Рязань-Москва / В. В. Жаркова, И. М. Ванчугов, Р. А. Шестаков // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2022. – № 5(308). – С. 62-69. – DOI 10.33285/2411-7013-2022-5(308)-62-69.

3. Обработка данных аэрофотосъемки с БПЛА– Текст: электронный // Российские беспилотники: [сайт]. – URL: <https://russiandrone.ru/publications/obrabotka-dannykh-aerofotosemki-s-bpla/?ysclid=lb2gu342su403009429>
4. ПАО «Транснефть» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.transneft.ru/> (дата обращения: 15.10.2022) . –Текст : электронный.
5. Чистяков, Д. А. Экологический мониторинг разливов нефти и нефтепродуктов с использованием летательных аппаратов / Д. А. Чистяков, О. А. Нечаева // Новая наука: Проблемы и перспективы. – 2016. – № 2-3(61). – С. 18-23.
6. C. Gómez and D. R. Green, «Small unmanned airborne systems to support oil and gas pipeline monitoring and mapping,» Arabian J. Geosci., vol. 10, no. 9, p. 202, May 2017.
7. Ensuring cost-effective maintenance of oil and gas pipelines – Текст: электронный // World Economic Forum [сайт]. – URL: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Drones_Ensuring_cost_effective_maintenance_of_oil_and_gas_pipelines_2022.pdf

Опыт применения данных космической съемки для характеристики антропогенных трансформаций ландшафтов в районах освоения нефтегазовых месторождений Крайнего Севера. Корниенко С.Г. (Институт проблем нефти и газа РАН, spaceakm2@ogri.ru)

Аннотация

На основе многопараметрического анализа данных со спутников Landsat и разработанной методики относительной радиометрической нормализации изображений в районах Бованенковского и Ямбургского нефтегазоконденсатных месторождений на фоне климатических трендов охарактеризованы доминирующие тенденции и локальные трансформации напочвенного покрова, обусловленные антропогенным воздействием на криогенные ландшафты.

Ключевые слова

Антропогенное воздействие; дистанционное зондирование; криогенный ландшафт; напочвенный покров; тундра.

Источники финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания (тема «Повышение эффективности и экологической безопасности освоения нефтегазовых ресурсов арктической и субарктической зон Земли в условиях меняющегося климата», № 122022800264-9).

Разработка и длительная эксплуатация месторождений углеводородов в районах Крайнего Севера приводит к неизбежным, а зачастую необратимым изменениям состояния ландшафтов, нарушению стабильности состояния мерзлых грунтов и развитию опасных геокриологических процессов, таких как термокарст, термоэрозия, морозное пучение, заболачивание и др. В этой связи актуальны исследования, характеризующие степень и вероятные последствия антропогенного воздействия на криогенные ландшафты, в том числе с учетом существующих климатических трендов. В настоящее время оценка подобных изменений может проводиться на основе анализа данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) [2, 4, 6]. Расширение спектра задач мониторинга и проблемы повышения достоверности количественных оценок антропогенного влияния обуславливают необходимость развития и совершенствования технологий обработки и анализа данных ДЗЗ. В этой связи в ИПНГ РАН разработана методика относительной радиометрической нормализации изображений, построенных

на основе космических снимков, позволяющая повысить чувствительность мультивременного анализа данных за счет снижения влияния факторов (погрешностей, искажений), не связанных с изменением состояния земной поверхности. [1, 5]. Подобные методы нормализации изображений позволяют выявлять незначительные временные вариации параметров, характеризующие антропогенные трансформации ландшафта на фоне климатических изменений. Апробация методики проводилась с использованием снимков со спутников Landsat летнего периода съемок (июль, август) в районах Бованенковского и Ямбургского нефтегазоконденсатных месторождений (НГКМ).

В районе Бованенковского НГКМ (полуостров Ямал), запущенного в эксплуатацию в 2012 году, исследования проводились с использованием 10 снимков Landsat за период с 1988 по 2020 гг. на основе параметров, характеризующих температуру (LST, Land Surface Temperature,) и альбедо (Alb) поверхности, содержание хлорофилла (NDVI, Normalized Difference Vegetation Index) в напочвенном покрове и влажность (NDWI, Normalized Difference Water Index) на его поверхности [1]. Информативность перечисленных параметров для характеристики трансформаций ландшафта была подтверждена результатами оценки изменений растительного покрова по космическим снимкам сверхвысокого пространственного разрешения 2004 и 2016 гг. В районе наиболее длительной техногенной нагрузки (на южном своде месторождения) площадью около 100 км² отмечается значимый доминирующий тренд повышения LST в пойменной части, что свидетельствует о преобладании процессов дренирования поверхности. Тренды NDVI, Alb и NDWI в этом районе не значимы, что указывает на отсутствие преобладающих тенденций изменения состояния растительности, связанных с антропогенным воздействием. В то же время наблюдаемое повышение температуры поверхности на фоне глобального потепления может стать дополнительным фактором увеличения глубины сезонно-талого слоя и деградации мерзлоты.

В районе наиболее длительного освоения Ямбургского НГКМ (Тазовский полуостров) площадью около 500 км², разработка которого была начата в 1984 году, по 10 снимкам со спутников Landsat за период с 1988 по 2019 гг. выявлены значимые доминирующие тенденции повышения средних значений параметров NDVI, Alb, NDWI, указывающие на развитие растительности как реакции на нарушения напочвенного покрова, произошедшие здесь до 1988 года. Регистрируемые изменения могут быть также следствием формирования локального микроклимата, обусловленного влиянием техногенных объектов, что, в свою очередь, может привести к усилению процессов деградации мерзлоты и росту эмиссии биогенных газов [3]. В данном районе на основе изменений параметра MNDWI (Modified Normalized Difference Water Index), характеризующего границы водных поверхностей, выявлено существенное (на 19 %) снижение суммарной площади водоемов (термокарстовых озер), что может быть связано с активизацией процессов эрозии и трансформацией каналов поверхностного стока в результате строительства дорог, трубопроводов и коммуникаций. В районе более поздней (с 1990 г.) разработки Ямбургского НГКМ не отмечаются какие-либо доминирующие значимые тренды изменения анализируемых параметров.

В отличие от Бованенковского НГКМ в районе Ямбургского месторождения не отмечаются преобладающие тенденции изменения температуры поверхности (LST), связанные с антропогенным воздействием. Данный факт объясняется паритетом локальных процессов ее понижения и повышения, обусловленных различной реакцией ландшафта на антропогенное воздействие. Данное предположение, а также выявленные тренды повышения NDVI, Alb и NDWI подтверждаются фрагментами детальных карт, полученных путем вычитания распределений параметров 1988 года из распределений 2019 года (рис. 1). Вертикальными черными линиями на гистограммах обозначены

границы максимальных погрешностей радиометрической нормализации, соответствующие области неопределенности.

На рис. 1 в границах участков с номерами показаны наиболее типичные сочетания аномальных изменений параметров, характеризующие различные типы локальных трансформаций напочвенного покрова. В частности, участок № 1 соответствует изменениям, связанным с восстановлением растительного покрова после многократного проезда гусеничного транспорта. Об этом свидетельствует повышение параметров NDVI, NDWI и Alb (частично) и снижение LST. На участке № 2 также отмечаются признаки восстановления растительности по параметрам NDVI, NDWI и Alb после многократного проезда, однако параметр LST здесь повысился, что свидетельствует о дренировании участка и, как следствие, увеличении глубины сезонно-талого слоя и деградации мерзлоты. На участке № 3 отмечается существенное повышение LST вокруг водоема, снижение NDVI и незначительное повышение Alb и NDWI (частично). Подобное сочетание изменений параметров на участке № 3 также может быть связано с дренированием поверхности и увеличением доли лишайников с более высокими значениями Alb и более низкими значениями NDVI по сравнению с другими видами растительного покрова (кустарнички, травы, мхи) тундровой зоны. На участке № 4 отмечается повышение LST и снижение параметров NDVI, NDWI и Alb (частично), что соответствует признакам деградации растительного покрова и дренирования поверхности.

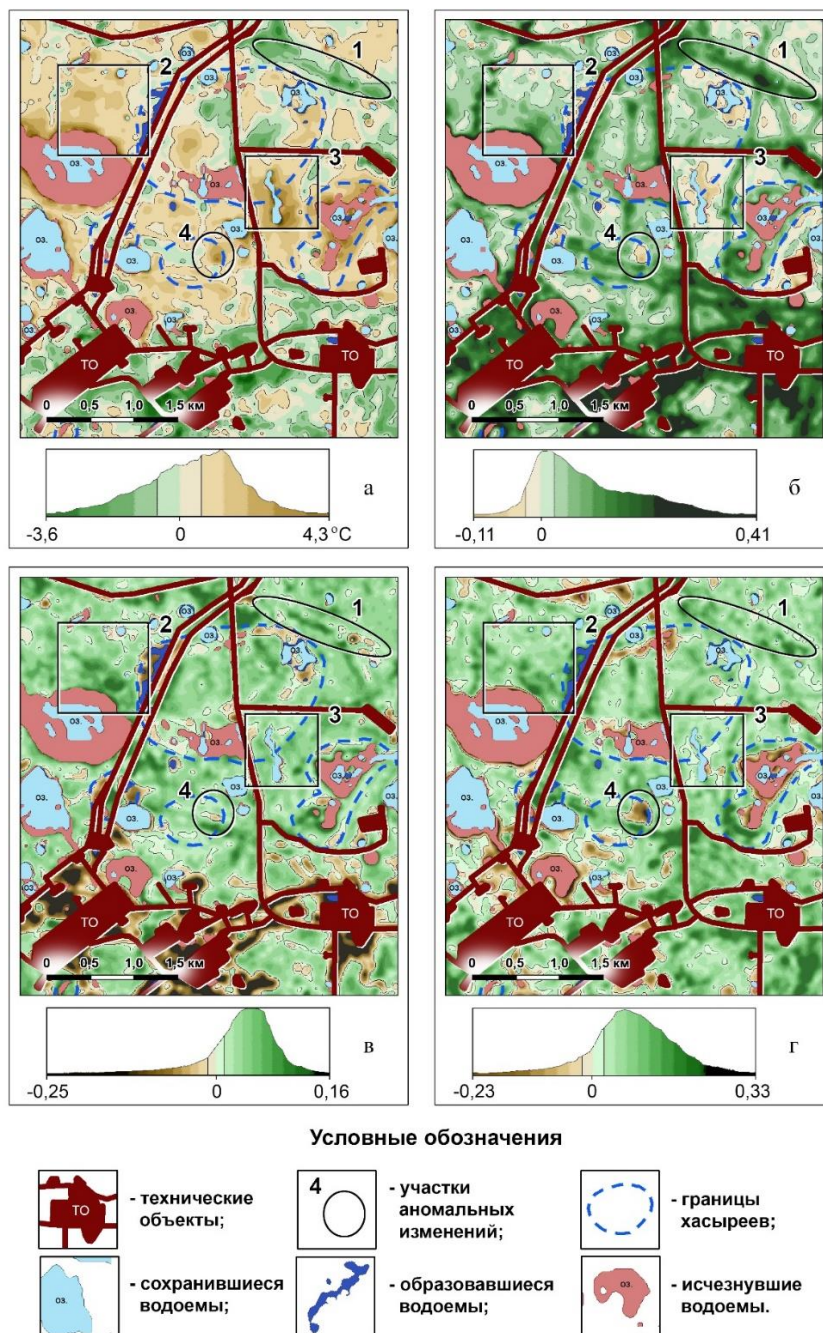


Рисунок 1. Фрагмент карты-схемы распределения разности значений параметров *LST* (а), *NDVI* (б), *Alb* (в), *NDWI* (г) за период с 1988 по 2019 гг. в районе длительной (с 1984 г.) разработки Ямбургского НГКМ

Выводы

Полученные результаты в целом свидетельствуют о перспективности применения метода многопараметрического анализа разновременных данных со спутников серии Landsat в комплексе с методикой относительной радиометрической нормализации изображений для мониторинга, характеристики и картографического моделирования изменений биофизических свойств поверхности и последствий антропогенного воздействия на ландшафты при освоении районов Арктики и Субарктики. В зонах техногенного влияния предлагаемый подход позволяет выявлять незначительные изменения информативных параметров, соизмеримые с погрешностями

нормализации. Накопление опыта и обобщение результатов космической съемки на нефтегазовых месторождениях с различной длительностью разработки позволит выявлять типичные признаки изменения биофизических свойств поверхности, связанные с антропогенным воздействием, сравнить характер и масштабы нарушений, прогнозировать развитие опасных геокриологических процессов, а также оценить эффективность проводимых мероприятий по обеспечению рационального и экологически безопасного освоения месторождений.

Библиография

1. Корниенко С.Г. Характеристика антропогенных трансформаций ландшафтов в районе Бованенковского месторождения по данным спутников Landsat // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022. Т. 19. № 2. С. 106–129. DOI:10.21046/2070-7401-2022-19-2-106-129.
2. Лавриненко И. А. Карта техногенной нарушенности растительного покрова Ненецкого автономного округа // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т.15. № 2. С. 128–136. DOI:10.21046/2070-7401-2018-15-2-128-136.
3. Московченко Д.В., Арефьев С.П., Глазунов В.А., Тигеев А.А. Изменение состояния растительности и геокриологических условий Тазовского полуострова (восточная часть) за период 1988-2016 гг.// Криосфера Земли. 2017. Т. XXI. № 6. С.3-13. DOI: 10.21782/KZ1560-7496-2017-6(3-13).
4. Ardelean F., Onaca A., Chetan M-A., Dornik A., Georgievski G., Hagemann S., Timofte F., Berzescu O. Assessment of spatio-temporal landscape changes from VHR images in three different permafrost areas in the Western Russian Arctic // Remote Sensing. 2020. Vol. 12. N 23. P. 3999. DOI:10.3390/rs12233999.
5. Kornienko S.G. Radiometric normalization of Landsat thermal imagery for detection of tundra land cover changes: experience from West Siberia // International Journal of Remote Sensing. 2021. Vol. 42. N 4. P. 1420–1449. DOI:10.1080/01431161.2020.1832280.
6. Yu Q., Epstein H.E., Engstrom R., Shiklomanov N., Strelestskiy D. Land cover and land use changes in the oil and gas regions of Northwestern Siberia under changing climatic conditions // Environmental Research Letters. 2015. Vol. 10. N 12. 124020. DOI:org/10.1088/1748-9326/10/12/124020.

Анализ дистанционных данных с целью выделения объектов, перспективных на выявление структурных ловушек УВ (северный борт Кандымского поднятия). Садовская С.С. (ГУ «ИГИРНИГМ», Sveto4ka_199601@mail.ru), Гаффаров М.А. (ГУ «ИГИРНИГМ»), Бикеева Л.Р. (ГУ «ИГИРНИГМ», Luizabikeyeva@mail.ru) Ташкент, Узбекистан*

Аннотация

В статье рассматриваются основные методические аспекты выявления нефтегазоперспективных структур путем использования материалов дешифрирования космофотоснимков и комплекса геолого-геофизических данных, а также применение результатов дешифрирования космофотоснимков для уточнения тектонического строения (разрывной тектоники) Кандымского поднятия Бухаро-Хивинского региона.

Ключевые слова

КФС (космофотоснимки), линеамент, кольцевая структура, горизонталь, нефть, газ, и т.д.

Теория

По мере объективного сокращения нефтегазоперспективных земель в Республике одним из направлений дальнейших поисково-разведочных работ является выход на новые территории. Однако, очевидно, что возможности «старых» нефтегазоносных районов далеко не исчерпаны. К таким районам относятся западная часть Бухаро-Хивинского региона, и, в частности Кандымское поднятие и сопредельные территории.

В тектоническом отношении район находится в северо-западной части Чарджоуской ступени и выделяется как отдельное Кандымское поднятие (Бабаев, и др., 1962). В северо-восточной части проходит Бухарский, а в юго-западной Чарджоуский региональные разломы, которые отмечаются на космоснимках в виде вытянутых зон линейных линеаментов. Основная задача исследований – поиск и выявление объектов, перспективных на обнаружение структурных ловушек. Для решения поставленной задачи будет применен один из наиболее эффективных способов выявления объектов, перспективных на обнаружение структурных ловушек - дешифрирование космоснимков в комплексе со структурно-геоморфологическим анализом топокарт.

По мере выполнения различных работ с использованием дистанционных материалов структурное дешифрирование приобрели характер системных исследований. Системные космогеологические методы обеспечивают одинаково достоверную информацию об изучаемых объектах по всей площади тектонического элемента и это дает возможность перейти к системному картированию изучаемых объектов в их взаимосвязи, целостности, иерархичности, структурности, устойчивости и закономерности распределения отдельных структурно-тектонических элементов.

Структурное дешифрирование материалов космических съемок, как один из методов в комплексе поисковых работ на нефть и газ, позволяет картировать пликативные и разрывные формы осадочного чехла, активизированных на новейшем этапе (Бикеева, 2018). Изучение особенностей и роли неотектонических движений необходимо как для понимания развития складчатых и дизъюнктивных структур на новейшем этапе геологического развития, так и при проведении нефтегазопоисковых работ.

Геоморфологическое выражение линеаментов и изометричных на космофотоснимках следующее: прямолинейные границы между различными типами рельефа и ландшафта; протяженные прямолинейные уступы в рельефе; прямолинейные границы останцов; увлажненные понижения, спрямленные русла или отрезки русел; коленообразные изгибы русел; прямолинейные границы озерных котловин, цепочки такыров, удлиненные формы прямолинейных такыров, цепочки шоров, западин и т.д.

В юго-восточной и северо-западной части рассматриваемой территории имеют место отрицательные формы рельефа - бессточные котловины ячейки, лунки (рис.1). Размеры котловин, как правило, не более 2—3 км в диаметре, при глубине 5—10 м (Бабаев, и др., 1962). Происхождение котловин связано с эрозионно-дефляционными процессами, начавшимися вслед за формированием альпийских антиклиналей, в сводах которых бессточные котловины имеют наибольшее распространение. Также по территории широким развитием пользуются дефляционные такыры.

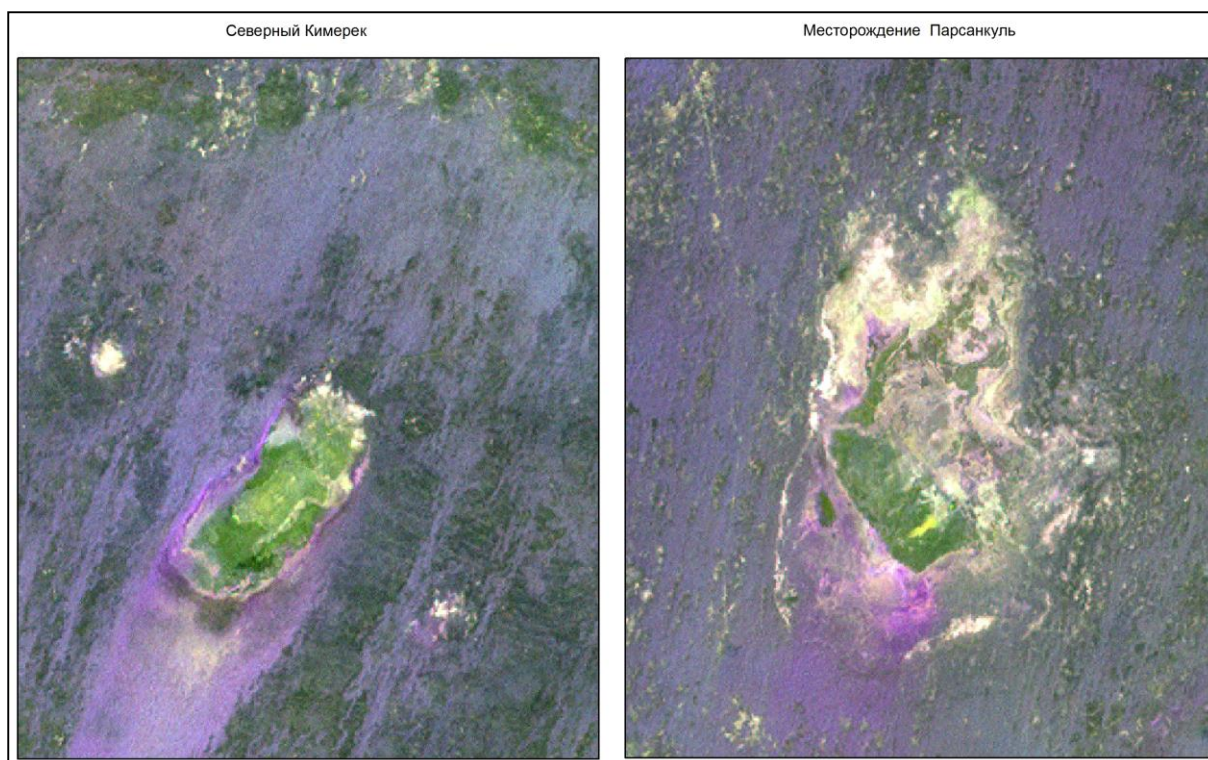


Рисунок 1. Спектрональный космический снимок Landsat 7 ETM+

По результатам структурного дешифрирования выделена зона, выраженная разнообразным характером прямолинейных и дугообразных линеаментов. Число дугообразных линеаментов увеличивается в западном направлении. В пределах этой зоны расположены месторождения Аккум-Парсанкуль, а на севере площадь Кимерек. В районе месторождений Аккум и Парсанкуль линеаменты имеют строго субмеридиональное простирание, которое соответствует направлению грядовых песков. В центре зоны выделяются две полосы линеаментов северо-восточного простирания, одна из них-северная соответствует урочищу Дуры. Протяженность линеаментов 3-4 км. В восточной части эти полосы пересекаются серией линеаментов, протяженностью 6-7 км северо-западного простирания, отождествляемых с положением и простиранием Бухарского параградного разлома. В южной части наблюдается плавное воздымание в фокусе воздымания (+700м) приходится на площадь Кимерек (Бикеева, 2018 стр. 24-29).

Структурным дешифрированием впервые выделено 3 объекта (Салохат, Шаркий Кимерек, Жанубий Атбакор) Из них первоочередным является объект Салохат.

Объект Салохат расположен в юго-восточном, наиболее нефтегазоперспективном на наш взгляд, участке территории исследований. Структура по данным дешифрирования занимает купольную часть крупного поднятия. Расположена в районе пробуренной скважины Сев.Кимерек. Зафиксированная геоинформационная аномалия представляет собой котловину, развитую на равнинных поверхностях и имеющие «зубчатый» рисунок в плане (Бикеева, и др., 2019 стр. 26-32). По форме и спектральной отражающей характеристике является аналогом выраженности месторождения Парсанкуль. На космоснимке для них характерно пересечение диагональных систем линеаментной трещиноватости северо-восточного и северо-западного направлений. Северная граница объекта подчеркивается линеаментом широтного простирания. Наиболее активной является восточная перекильная часть объекта.

Выводы

Отдешифрованные на космоснимке зоны линеаментов и кольцевых структур, степень их концентрации, густота и ориентировка находят свое отражение в характере изменения поверхности рельефа, и зависят от степени выражения новейших тектонических движений. В районе Кандымского поднятия выделяются региональные разломы: Бухарский, Амударьинский и южно-Учкырский имеющие, как известно, северо-западное простирание (Нугманов, 2000 стр. 31-33). Все эти структурно-тектонические элементы на космоснимке выделяются в виде линеаментов и кольцевых структур. Практический интерес представляет прогноз возможных структур (площадей), неустановленных на современной стадии изученности территории сейсморазведкой. Определение очередности освоения локальных антиклиналей может быть использовано при планировании поисковых работ на нефть и газ.

Данные дешифрирования служат основой для рационального размещения поисковых, поисково-детальных сейсморазведочных работ, использованы при интерпретации сейсморазведочных материалов в качестве ориентира при выделении тектонических нарушений и складчатых структур.

Библиография

1. Неотектонические особенности строения северо- западной части Бухаро-Хивинского региона по данным космогеологических исследований [Статья] / авт. Бикеева Луиза Равкатовна // Узбекский журнал нефти и газа. - Ташкент : [б.н.], 2018 г.. - №4.
2. Прогнозирование перспективных участков для проведения нефтегазописковых работ в пределах Западного Узбекистана на основе результатов дешифрирования космофотоснимков [Статья] / авт. Бикеева Луиза Равкатовна и Юлдашева Марина Георгиевна // Инновацион технологиялар. - Карши : [б.н.], 2019 г..
3. Тектонические и другие условия образования преимущественно газоносных и нефтеносных бассейнов [Конференция] / авт. Нугманов Асхат Хабибулович // Геодинамические основы прогнозирования нефтегазоносности недр. - Ташкент : [б.н.], 2000.
4. Типы разрывных нарушений и их роль в формировании структурного плана Западного Узбекистана [Статья] / авт. Бабаев А Г, Жуковский Л Г и Зорькин Я М. - [б.м.] : "Нефтегазтехника", Геология, 1962 г.

Секция №4. Региональная геология, палеонтология, стратиграфия.

Литологическая характеристика и условия образования отложений подъемской свиты (Северо-восток Енисейского кряжа, Тейско-Чапский прогиб). Агафонова Г.В. (ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» 23, ул. Миклухо-Маклая, г. Москва 117997, Россия, agafonovagalina@inbox.ru), Носкова Е.С. (ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт» 36, шоссе Энтузиастов, г. Москва 105118, Россия)*

Аннотация

Существенно карбонатная подъемская свита в Тейском прогибе подстилает отложения немчанской свиты, отличается монотонным составом, выдержанными мощностями и может служить репером при корреляции разрезов обрамления и внутренних районов.

Проведен макро- и микроскопический анализ, позволивший уточнить и дополнить строение карбонатных отложений подъемской свиты.

Ключевые слова

Енисейский кряж, подъемская свита, известяки, доломиты, строматолиты, микрофиолиты, интракласты, текстуры-индикаторы.

Теория

Подъемская свита (*Vl_{pd}*) развита на севере Енисейского кряжа, в Тейском геологическом районе, (рис. 1). Существенно карбонатные породы свиты мощностью от 100 м до 280 м, с прослоями терригенных пород, согласно, с четким контактом, залегают на базальных красноцветных отложениях чапской серии – суворовской свите. Перекрываются мощными терригенными красноцветными отложениями немчанской свиты. Отложения свиты изучены вдоль р.Тея у р.Подъем (обн.8), вдоль р.Чапа - у р.Алманакан (обн.21 и 24) и представлены карбонатными породами с прослоями терригенных [1-3].

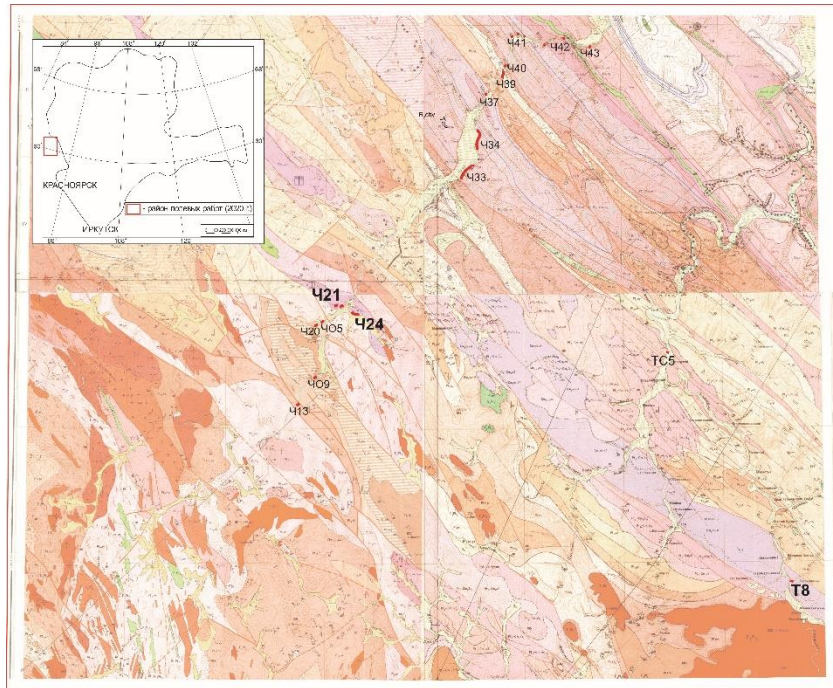


Рисунок 34. Карта района работ

Терригенные породы свиты сложены красноцветными песчаниками и алевролитами. Среди песчаников выделяются тонко-мелкозернистые алевритистые кварцевые неравномерно глинистые с доломитовым цементом, песчаники разнозернистые алевритистые с гравийными обломками полимиктовые с доломитовым цементом. Карбонаты представлены известняками и доломитами (преобладают). Известняки представлены микрокристаллическими, тонко-мелкокристаллическими, разнокристаллическими и обломочными разновидностями. Среди доломитов выделены следующие литотипы: строматолитовые (рис.2), оолитовые, микрофитолитовые, обломочные (рис.3), онколито-обломочные, пелитоморфно-микрокристаллические, микрокристаллические, микро-тонкокристаллические, мелко-тонкокристаллические, тонко-мелкокристаллические, разнокристаллические. В оолитовых доломитах наблюдаются полные и реже зачаточные формы. Ядрами оолитов служат микрофитолиты из группы *Asterosphaeroides*. Среди микрофитолитовых встречаются доломиты, сложенные формами из групп *Asterosphaeroides*, *Radiosus* и *Glebosites* [4]. Поскольку доломиты перекристаллизованы, то строение форм недостаточно отчетливое. Отдельные разновидности микрофитолитовых доломитов содержат интракласты доломитовых пород от крупнопесчаного до мелкогалечного размера микрокристаллической и пелитоморфно-микрокристаллической структуры. Строматолитовые доломиты представлены пластовыми формами-тонкоплитчатыми волнистослоистыми породами, строматолитовое строение которых выражено чередованием более темных микро-тонкокристаллических и более светлых мелко-тонкокристаллических слоев. В строении подъемной свиты широко участвуют обломочные карбонаты, сложенные песчаными и гравийными обломками доломитов пелитоморфных, микрокристаллических, микрофитолитовых, комковато-сгустковых. Иногда вместе с обломками наблюдаются онколитообразные формы. Такие литотипы выделяются в онколито-интракластовую разновидность. Между обломками часто встречаются микрофитолиты плохой сохранности. Мелко-тонко, тонко-мелкокристаллические доломиты всегда имеют реликты первичной структуры, по-видимому, микрофитолитовой, реже обломочной которые просвечивают сквозь перекристаллизованную кристаллическую матрицу породы в виде неотчетливых с

распльвчатыми контурами изометричных, неправильно изометричных, овальных микропятен размером от 0,16 до 0,96 мм. Доломиты с седиментационно-диагенетическими структурами пелитоморфно-микрористаллическими, микро-тонкокристаллическими отличаются относительной однородностью, тонкой горизонтальной и косой слоистостью.



Рисунок 35. Доломит строматолитовый пластовый

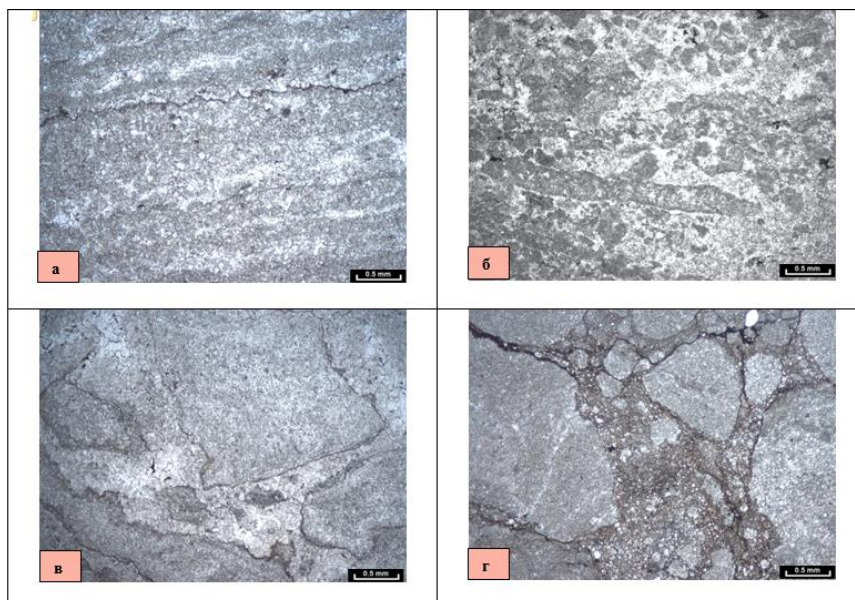


Рисунок 36. а-доломит строматолитовый, х 25, н //; б,в,г-доломиты обломочные, х 25, н //

Выводы

Особенности строения литотипов карбонатных пород указывают на мелководный морской бассейн, в пределах которого формировались строматолиты, а на отмельных участках оолитовые пески. Оолиты представлены крупной и редко грубой песчаной фракцией, отмыты от пелитоморфного и микрористаллического карбоната, иногда содержат интракласты оолитовых доломитов. Микрофитолитовые доломиты с ооидными морфологическими формами, встречаются со строматолитовыми, оолитовыми и обломочными литотипами. Среди них выделяются доломиты микрофитолитовые, основной компонент которых укладывается в тонкую и мелкую песчаные фракции и доломиты с микрофитолитами от средней до грубой песчаными фракциями. В первых присутствует алевритовая и тонкопесчаная терригенная примесь кварца (до 20%), в последних -интракласты доломитов от крупнопесчаной до мелкогравийной размерности. Формирование разновидностей вероятно, происходило на разных глубинах. Состав обломочных или интракластовых доломитов указывает на

местный источник обломков, которые не только формируют обломочный литотип, но и повсеместно входят в состав других литотипов. Характер обломочных структур: несортированность компонентов, часто удлиненная, неправильная форма, неровные заливообразные контуры обломков, пелитоморфно-микросталлический материал-заполнитель, указывает не на перемыв осадка, а на взламывание не полностью литифицированной карбонатной массы. Такой же процесс происходил временами и со строматолитовыми доломитами, над поверхностью наслоения которых наблюдаются строматолитовые интракласты. На мелководность отложений указывают и отдельные микротекстуры - индикаторы - трещины усыхания и косая и волнистая слоистости.

Библиография

1. Бутаков Е.П., Карпинский Р.Б., Усталов В.В. Венд Тейско-Чапского района //Геология и геофизика. №8, 1975. С. 67–77.
2. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Ангаро-Енисейская. Лист Р-46 – Северо-Енисейский. Объяснительная записка. Санкт-Петербург, Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2010. – 470 с..
3. Гутина О.В., Прицан Н.В., Бабинцев А.Ф. Уточнение стратиграфии разрезов верхнего рифея и венда юго-западной части Сибирской платформы // Стратиграфия и нефтегазоносность венда-верхнего рифея юго-западной части Сибирской платформы. Сборник материалов рабочего совещания. Красноярск, КНИИГ и МС. 2001. С.35-37.
4. Семихатов М.А. Рифей и нижний кембрий Енисейского кряжа. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 241 с.

О находках сверлильщиков и эпибионтов на раковинах среднепермских продуктид *Aulosteges horrescens* (Verneuil) (Brachiopoda) из окрестностей села Байтуган (Самарская область). Вайтуева Ю.А.* (МГРИ, yulia.vaitieva@yandex.ru), Качалина М.Д. (МГРИ, kachalina.mariya@gmail.com), Волкова Е.А. (МГРИ, eavolkovaea@yandex.ru), Комаров В.Н. (МГРИ, komarovmgri@mail.ru)

Аннотация

Рассмотрены следы жизнедеятельности сверлильщиков и эпибионты (мшанки, микроконхиды, продуктиды и гастроподы) на раковинах продуктид *Aulosteges horrescens* (Verneuil, 1845) из байтуганских слоёв нижнеказанского подъяруса окрестностей села Байтуган (Камышлинский район, северо–восток Самарской области).

Ключевые слова

Сверлильщики, мшанки, микроконхиды, продуктиды, гастроподы, *Aulosteges horrescens* (Verneuil), *средняя пермь*, Самарская область.

Теория

Детальное изучение эпибионтии важно при комплексном изучении ископаемых донных организмов, на что неоднократно указывалось в литературе [1–20]. Материалом для данного исследования послужила коллекция продуктид *Aulosteges horrescens* (Verneuil, 1845) насчитывающая 459 экземпляров. Коллекция была собрана в карьере, расположенном в 1,5 км к югу от села Байтуган в Камышлинском районе (северо–восток Самарской области). Материал происходит из байтуганских слоёв нижнеказанского подъяруса средней перми.

Следы жизнедеятельности сверлильщиков обнаружены нами на 16 раковинах *Aulosteges horrescens* (рис. 1). Всего перфораций обнаружено 31. У 14 экземпляров сверления выявлены только на брюшных створках. У двух экземпляров они наблюдались как на брюшных, так и на спинных створках. Число сверлений на раковинах различно. На брюшных створках у большинства экземпляров (девять раковин) сверления отчётливо приурочены к области макушки. Кроме того, они наблюдались также в средней части створки (семь раковин) и у переднего края (шесть раковин). На двух спинных створках отверстия наблюдались только в области макушки. Следы сверлений хорошо оформленные, вертикальные, неглубокие, не сужающиеся по мере углубления, довольно крупные. Размеры сверлений варьируют от 0,9 мм до 2,6 мм, но обычно составляют 1,3–2,0 мм. Большинство перфораций (24) являются поверхностными (неполными), иногда крайне неглубокими. И лишь пять отверстий являются отчётливо сквозными. В большинстве случаев сверления представлены круглыми в плане выемками. Лишь шесть отверстий являются в разной степени овальными.

Среди мшанок были выявлены не менее шести различных морфотипов (рис. 1). Нами наблюдались массивные обрастающие корковые колонии, прикрепляющиеся к субстрату всей нижней поверхностью и повторяющие форму обрастаемого субстрата, реже ветвистые колонии. По литературным данным в рассматриваемых отложениях присутствуют мшанки *Rectifenestella* sp., *Rhombotrypella* sp. и *Fenestella* sp.

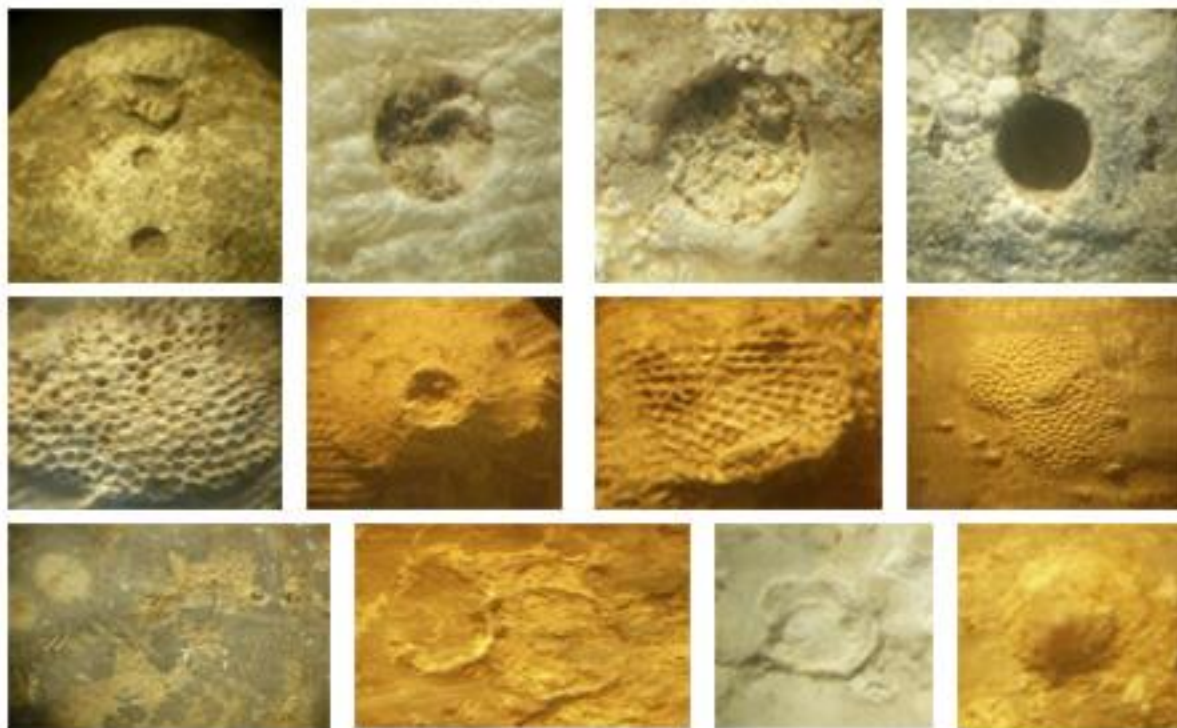


Рисунок 1. Следы сверлений и эпибионты (мшанки, микроконхиды, продуктиды и колпачковидные гастроподы) на раковинах *Aulosteges horrescens*. Увеличено.

У 27,6% экземпляров мшанки были обнаружены на брюшных створках на самых различных участках их поверхности. Общее число колоний на одной створке может достигать 17. Наиболее яркая выявленная закономерность заключается в приуроченности большинства колоний мшанок (82,7%) к различным участкам комиссуры. Размеры колоний мшанок варьируют от 0,3 мм до 27,0 мм, но обычно составляют 2,0–7,0 мм.

На одной спинной створке *Aulosteges horrescens* на различных участках удалось обнаружить многочисленные в различной степени изогнутые трубки микроконхид длиной от 0,2 мм до 1,5 мм (рис. 1). Диаметр наиболее крупных трубок чуть менее 0,1 мм, однако, наблюдаются и трубки, диаметр которых примерно в пять–шесть раз меньше. Начальная часть трубок закручена в довольно плотную крошечную спираль. Трубки прирастают к поверхности створки всей нижней поверхностью. Иногда сами трубки участками прирастают друг к другу. Насколько можно судить, трубки характеризуются гладкой наружной поверхностью.

На восьми экземплярах (шесть брюшных створок и две спинные створки) *Aulosteges horrescens* были обнаружены эпибионты, представляющие собой уплощённые субовальные структуры иногда с немного приподнятыми краями, от которых в разные стороны отходят прямые или немного изогнутые иглы (рис. 1). Размер игл обычно меньше размера субовальных структур. На каждом образце находится по одному эпибионту. Размер эпибионтов варьирует от 1,2 до 5,0 мм, но обычно составляет 1,6–4,0 мм. Указанные обрастатели представляют собой следы прикрепления молоди продуктид.

Колпачковидные раковины обрастателей обнаружены нами на 2 брюшных створках *Aulosteges horrescens* (рис. 1). На каждом образце наблюдается только один колпачковидный эпибионт. Данные окаменелости были определены как гастроподы *Lepetopsis golowkinskyi* Netschajew, 1894. Размеры раковин *Lepetopsis golowkinskyi* составляют 3,5 мм и 12,5 мм соответственно. На поверхности крупной раковины

Lepetopsis golowkinskyi наблюдались концентрические пластины нарастания шириной 0,1–0,3 мм.

Выводы

Нападение хищных гастропод на продуктид происходило при жизни последних. Поселение мшанок на продуктидах в большинстве случаев было прижизненным. Об этом свидетельствует расположение мшанок на 82,7% изученных раковин в непосредственной близости от комиссуры. Прикрепление микроконхид, по всей видимости, было послесмертным. В пользу этого свидетельствует их расположение в различных местах спинной створки, на которой продуктиды лежали на грунте. Прикрепление молоди продуктид, вероятно, было прижизненным, на что указывает их расположение вблизи комиссуры.

Доля повреждённых сверлильщиками раковин составляет 3,5% от общего числа изученных брахиопод, покрытых микроконхидами – 0,2%, обросшими продуктидами – 1,7%, с гастроподами – 0,4%, что свидетельствует о редкости использования этими организмами раковин *Aulosteges horrescens* в качестве пищи или субстрата. В то же время доля обросших мшанками раковин составляет 34% от общего числа изученных брахиопод, что свидетельствует о масштабном процессе использования мшанками их раковин в качестве субстрата и об обилии мшанок в палеобиоценозах.

Библиография

1. Азарных А.В., Епифанов В.А., Комаров В.Н. О находках мшанок на раковинах венлокских ринхонеллид *Estonirhynchia estonica* H.Schmidt (Brachiopoda) (остров Сааремаа, Эстония) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 66. С. 36–48.
2. Вайтиева Ю.А., Верба Т.И., Комаров В.Н. О находках следов жизнедеятельности сверлильщиков на раковинах спириферид *Licharewia rugulata* (Kutorga) (Brachiopoda) из байтуганских слоёв (нижнеказанский подъярус) окрестностей села Байтуган (Самарская область) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 70. С. 326–340.
3. Вайтиева Ю.А., Волкова Е.А., Комаров В.Н. О находках эпибионтов на раковинах продуктид *Aulosteges horrescens* (Verneuil) (Brachiopoda) из байтуганских слоёв (нижнеказанский подъярус) окрестностей села Байтуган (Самарская область) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 71. С. 270–282.
4. Верба Т.И., Конов А.П., Комаров В.Н. О находках эпибионтов на раковинах спириферид *Licharewia rugulata* (Kutorga) (Brachiopoda) из байтуганских слоёв (нижнеказанский подъярус) окрестностей села Байтуган (Самарская область) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 71. С. 236–251.
5. Волкова Е.А., Качалина М.Д., Комаров В.Н. О находках мшанок на раковинах продуктид *Aulosteges horrescens* (Verneuil) (Brachiopoda) из байтуганских слоёв (нижнеказанский подъярус) окрестностей села Байтуган (Самарская область) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 70. С. 348–359.
6. Волкова Е.А., Качалина М.Д., Комаров В.Н. О редких находках *Petrocrania gracilis* и *Propatella palmaria* (Craniida, Brachiopoda) на раковинах венлокских ринхонеллид *Estonirhynchia estonica* H. Schmidt (Brachiopoda) (остров Сааремаа, Эстония) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 67. С. 53–67.
7. Волкова Е.А., Качалина М.Д., Комаров В.Н. Первые находки микроконхид на раковинах венлокских ринхонеллид *Estonirhynchia estonica* H. Schmidt

- (Brachiopoda) (остров Сааремаа, Эстония) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 67. С. 23–36.
8. Волкова Е.А., Качалина М.Д., Комаров В.Н. О находках мшанок на раковинах продуктид *Aulosteges horrescens* (Verneuil) (Brachiopoda) из байтуганских слоёв (нижеказанский подъярус) окрестностей села Байтуган (Самарская область) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 71. С. 217–229.
 9. Головастов Д.А., Гончарова Е.И., Комаров В.Н. Первая находка микроконхид (Microconchida, Tentaculita) на раковинах атрипид (Brachiopoda) из зоны *Zdimir pseudobaschkirikus* – *Megastrophia uralensis* (эмский ярус) Закавказья // Инновации. Наука. Образование. 2021. № 30. С. 308–313.
 10. Гонтарь О.А., Самохвалов С.А., Комаров В.Н. О новых находках эпибионтов на раковинах *Danocrania tuberculata* и *Danocrania polonica* (Craniida, Brachiopoda) из датского яруса Горного Крыма // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 50. С. 186–199.
 11. Измайлова А.А., Головастов Д.А., Вайтиева Ю.А., Павлидис С.Б., Гончарова Е.И., Локтионов А.Д., Комаров В.Н. Девонские эпибионты. М.: ООО “ТИИЦ”, 2021. 82 с.
 12. Комаров В.Н., Измайлова А.А., Головастов Д.А., Гончарова Е.И. Девонские клумбы для животных–мхов и животных–цветов // Природа. 2021. № 5. С. 19–24.
 13. Комаров В.Н., Измайлова А.А., Головастов Д.А., Гончарова Е.И. Микрокосм девонских микроконхид и корнулитид Закавказья // Природа. 2021. № 7. С. 47–54.
 14. Комаров В.Н., Павлова Ю.Э., Бушманова Ю.Д. Первая находка эпибионтов на раковинах уральских атрипид // Природа. 2022. № 1. С. 60–63.
 15. Николаева П.А., Шаров И.А., Комаров В.Н. Первые находки мшанок на раковинах фаменских атиририд *Athyris concentrica* (Buch) (Brachiopoda) (Липецкая область, окрестности города Елец) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 65. С. 6–19.
 16. Павлидис С.Б., Зеленкова И.С., Комаров В.Н. Уникальная находка гириандного прирастания представителей рода *Cornulites* (Microconchida, Tentaculita) на раковинах атрипид (Brachiopoda) из девонских отложений Закавказья // Инновации. Наука. Образование. 2021. № 31. С. 1298–1303.
 17. Павлова Ю.Э., Бушманова Ю.Д., Комаров В.Н. Уникальная находка эпибионтов на раковинах *Carinata arimaspa* (Eichwald, 1840) (Atrypida, Brachiopoda) из карпинского горизонта (эмский ярус) восточного склона Северного Урала // Инновации. Наука. Образование. 2021. № 41. С. 657–669.
 18. Павлова Ю.Э., Бушманова Ю.Д., Комаров В.Н. Уникальная находка следов сверления эпибионтов на раковинах *Karpinskia conjugula* Tschernyschew, 1885 (Atrypida, Brachiopoda) из пражского яруса восточного склона Северного Урала // Инновации. Наука. Образование. 2021. № 47. С. 2631–2637.
 19. Пинских Ю.С., Плотникова А.А., Комаров В.Н. Первые находки микроконхид на раковинах фаменских атиририд *Athyris concentrica* (Buch) (Brachiopoda) (Липецкая область, окрестности города Елец) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 65. С. 33–46.
 20. Ченина Е.А., Лещук С.Э., Комаров В.Н. Об уникальной палеоэкологической находке раковины фаменских атиририд *Athyris concentrica* (Buch) (Brachiopoda) (Липецкая область, окрестности города Елец) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 66. С. 49–59.

*Нижнеюрские ринхонеллиды и теребратулиды (Brachiopoda) Юго-Западного
Крыма. Верба Т.И.* (МГРИ, verba-ti@yandex.ru), Розанова Д.И. (МГРИ,
rs.dasha21@gmail.ru),*

Аннотация

Рассмотрен систематический состав нижнеюрских ринхонеллид и теребратулид восточной части Бахчисарайского района Крыма, содержащихся в эскиординской свите. Ринхонеллиды представлены пятью родами и семью видами, а теребратулиды – пятью родами и восемью видами. В количественном отношении преобладают теребратулиды, которых почти в три раза больше, чем ринхонеллид. Основу комплекса теребратулид составляют представители родов *Deslongchampsithyris* и *Spinulothyris*. В общей сложности на долю этих доминирующих родов приходится около 77% экземпляров. Среди ринхонеллид родовые таксоны в количественном отношении представлены значительно более равномерно. Редкими являются лишь представители рода *Gibbirhynchia*. Все изученные образцы имеют хорошую сохранность, демонстрируют тончайшие особенности наружной скульптуры и представлены исключительно целыми раковинами. Изученный комплекс включает 12 видов, характерных для тетических районов Европейской палеогеографической области. Местные, эндемичные элементы включают лишь три вида – *Bodrakella bodrakensis* Mois., *Septaliphoria pontica* (Mois.) и *Zeilleria jugalis* Ant. Изученные брахиоподы обитали в мелководной зоне морского бассейна, в области волнового воздействия на осадок и постоянных течений.

Ключевые слова

Брахиоподы, ринхонеллиды, теребратулиды, синемюр–плинсбах, эскиординская свита, Юго–Западный Крым.

Теория

Одним из самых трудных для изучения объектов в Юго–Западном Крыму является эскиординская свита, выделенная А.С. Моисеевым в 1932 г. [5].

Несмотря на то, что эскиординскую свиту изучали многие геологи, а в районе студенческой практики из года в год в течение многих десятилетий вновь и вновь осматриваются обнажения и производятся новые расчистки, единого мнения о её стратиграфическом объёме и строении не существует. Это, прежде всего, обусловлено бедностью отложений органическими остатками и их крайне неравномерным распределением, что оставляет вопросы определения возраста отдельных частей эскиординской свиты далёкими от окончательного решения. Дополнительные трудности создает значительная фациальная изменчивость и недостаточная обнажённость пород, затрудняющая стратиграфическую интерпретацию находок окаменелостей.

В 1994 г. опубликована статья [7], в которой предложена стратиграфическая схема нижнеюрских отложений Лозовской зоны для долины р. Бодрак, учитывавшая весь имевшийся к этому времени стратиграфический материал. Согласно этим данным эскиординская свита охватывает отложения верхнего синемюра и плинсбахского яруса. Позднее [6, 8] данная схема была распространена на всю Лозовскую зону Горного Крыма.

Среди комплекса ископаемых остатков, содержащихся в эскиординской свите, особое место занимают брахиоподы. Другие группы по числу видов и экземпляров играют крайне незначительную роль и представлены подчас настолько фрагментарным материалом, что определение его почти невозможно.

Материалом для настоящего исследования, помимо опубликованных данных, послужила коллекция эскиординских брахиопод, собранная В.Н. Комаровым в период с 1986 г. по 2019 г. в ходе проведения Крымской учебной геологической практики МГРИ и насчитывающая 273 экземпляра.

Анализ всех имеющихся данных показывает, что ринхонеллиды и теребратулиды восточной части Бахчисарайского района Крыма довольно разнообразны и многочисленны [2]. Ринхонеллиды представлены пятью родами и семью видами, а теребратулиды – пятью родами и восемью видами (рис. 1, 2). Разнообразие указанных отрядов брахиопод абсолютно идентично. В количественном отношении преобладают теребратулиды, которых почти в три раза больше, чем ринхонеллид.

Основу комплекса теребратулид составляют представители родов *Deslongchampsithyris* и *Spinulothyris*. В общей сложности на долю этих доминирующих родов приходится около 77% экземпляров.

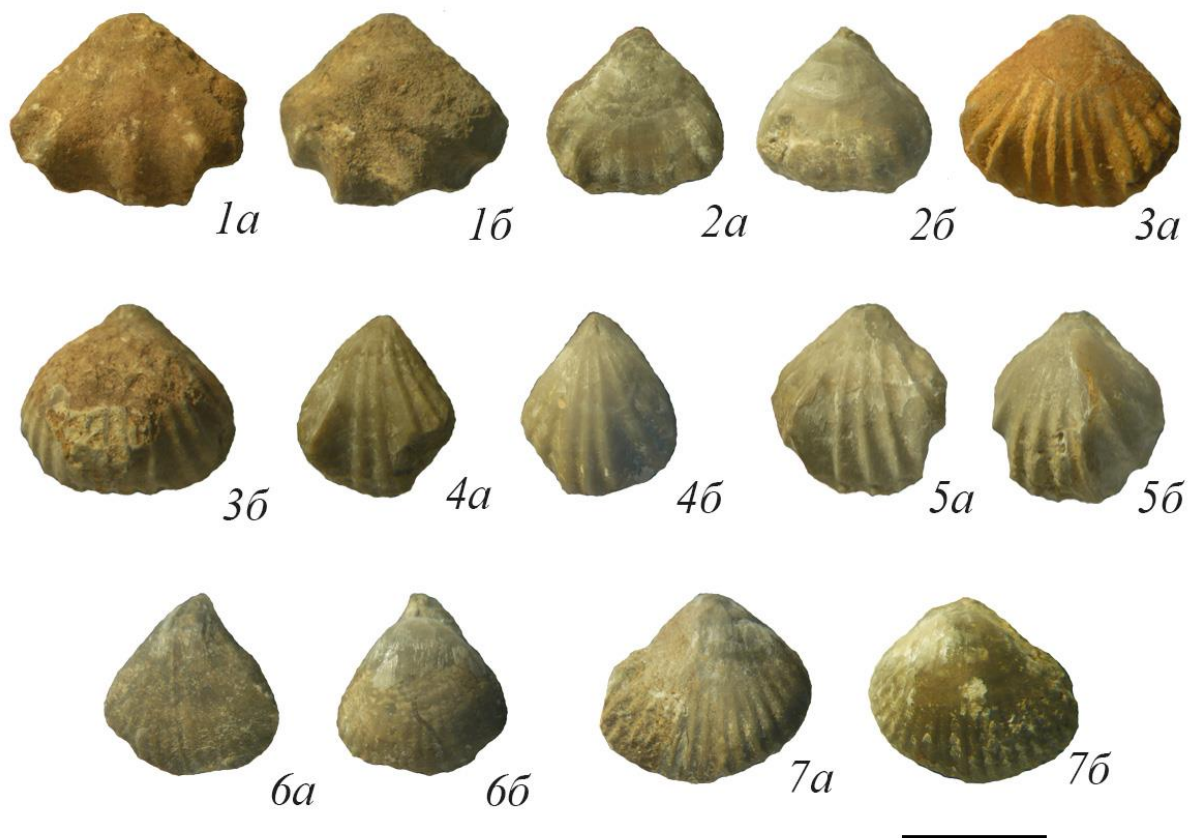


Рисунок 1. Нижнеюрские ринхонеллиды эскиординской свиты: 1 – *Bodrakella bodrakensis* Mois., экз. № 3/359; 2 – *Cuneirhynchia persinuata* (Rau), экз. № 3/360; 3 – *Gibbirhynchia curviceps* (Quenst.), экз. № 3/361; 4 – *Piarorhynchia variabilis* var *fronto* Quenst., экз. № 3/362; 5 – *Piarorhynchia variabilis* var *squamiplex* (Quenst.), экз. № 3/361; 6 – *Septaliphoria* aff. *subcostellata* (Gemml.), экз. № 3/362; 7 – *Septaliphoria pontica* (Mois.), экз. № 3/363. Длина масштабной линейки 1 см.

На втором месте находятся брахиоподы рода *Zeilleria*. Остальные таксоны представлены единичными находками и являются сопутствующими, второстепенными компонентами комплекса. Среди ринхонеллид родовые таксоны в количественном

отношении представлены значительно более равномерно. Редкими являются лишь представители рода *Gibbirhynchia*.

Все изученные образцы имеют хорошую сохранность, демонстрируют тончайшие особенности наружной скульптуры и представлены исключительно целыми раковинами. Это кардинальным образом отличает их от спириферид, среди которых лишь 5% экземпляров представлены целыми раковинами [4].

Полученные данные показывают, что изученный комплекс включает 12 видов, характерных для тетических районов Европейской палеогеографической области. Это подтверждает выводы о том, что лейасовый морской бассейн Крыма имел относительно свободное сообщение с бассейнами западной части пояса Тетис [3]. Местные, эндемичные элементы включают лишь три вида – *Boдрakella boдрakensis* Mois., *Septaliphoria pontica* (Mois.) и *Zeilleria jugalis* Ant.



Рисунок 2. Нижнеюрские теребратулиды эскиординской свиты: 1 – *Deslongchampsithyris liasiana* (E. Desl.), экз. № 3/364; 2 – *Homoeorhynchia ringens* (Herauld L. v. Buch), экз. № 3/365; 3 – *Keratothyris waterhousei* (Dav.), экз. № 3/366; 4 – *Spinulothyris mutabilis* (Opp.), экз. № 3/367; 5 – *Spinulothyris perforata* (Pict.), экз. № 3/368; 6 – *Spinulothyris beyrichi* (Opp.), экз. № 3/369; 7 – *Zeilleria jugalis* Ant., экз. № 3/370; 8 – *Zeilleria subnumismalis* Dav. E. Desl., экз. № 3/371. Длина масштабной линейки 1 см.

Выводы

Анализ всех имеющихся данных показывает, что ринхонеллиды и теребратулиды восточной части Бахчисарайского района Крыма довольно разнообразны и многочисленны. Ринхонеллиды представлены пятью родами и семью видами, а теребратулиды – пятью родами и восемью видами. В количественном отношении преобладают теребратулиды, которых почти в три раза больше, чем ринхонеллид.

Изученные брахиоподы обитали в мелководной зоне морского бассейна, в области волнового воздействия на осадок и постоянных течений, на что указывает окатанность органогенных частиц и интракластов и средняя степень сортировки, выражающаяся в преобладании трех размерных фракций: крупно-, грубопесчаной и гравийной [1]. Формированию устойчивого грунта, не поддающегося размыву, способствовала ранняя цементация органогенных и известняковых обломков. Сохранность исследованных брахиопод свидетельствует о том, что волнения и течения на данном участке морского дна не были столь сильными, чтобы изменить наружную скульптуру раковин в результате их абразии взмученным карбонатным песком. Ранняя литификация осадка способствовала возникновению жёсткого каркаса – твёрдого морского дна, на котором селились, обитали и гибли донные организмы, формируя аккумулятивное карбонатное тело [1]. Бедность комплекса организмов, обитавших совместно с брахиоподами, возможно, связана с высокой конкурентноспособностью морских лилий, затруднявшей развитие каких-либо иных организмов. Более того, “известно, что некоторые криноидеи были способны выделять вещества, отпугивающие не только хищников, но и потенциальных комменсалов” [3, с. 78].

Библиография

1. Агафонова Г.В., Андрухович А.О., Комаров В.Н., Рахимова Е.В., Туров А.В. Литологическая характеристика и условия образования нижнеюрских известняков на горе Патиль (Юго-Западный Крым) // Известия вузов. Геология и разведка. 2020. № 3. С. 69–81.
2. Верба Т.И., Розанова Д.И., Комаров В.Н. Новые данные о нижнеюрских ринхонеллидах и теребратулидах (Brachiopoda) Юго-Западного Крыма // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 55. С. 80–90.
3. Кликушин В.Г. О триасовых и раннеюрских криноидеях Крыма // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1988. Т. 63. В. 6. С. 71–79.
4. Комаров В.Н., Волкова Г.Д., Грибовская О.А. Новые данные о нижнеюрских спириферадах Юго-Западного Крыма // Известия вузов. Геология и разведка. 2014. № 6. С. 12–18.
5. Моисеев А.С. О фауне и флоре триасовых отложений долины р. Салгир в Крыму // Изв. ВГРО. 1932. Т. 51. В. 34. С. 591–606.
6. Панов Д.И. Стратиграфия триасовых и ниже-среднеюрских отложений Лозовской зоны Горного Крыма // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 2002. Т. 77. В. 3. С. 13–25.
7. Панов Д.И., Гущин А.И., Смирнова С.Б., Стафеев А.Н. Новые данные о геологии триасовых и юрских отложений Лозовской зоны Горного Крыма в бассейне р. Бодрак // Вестн. МГУ. Сер. 4. Геология. 1994. № 3. С. 19–29.
8. Панов Д.И., Болотов С.Н., Никишин А.М. Схема стратиграфического расчленения триасовых и нижнеюрских отложений Горного Крыма // Геодинамика и нефтегазоносные системы Черноморско-Каспийского региона. Симферополь. 2001. С. 127–134.

*О находках сверлильщиков и эпибионтов на раковинах венлокских ринхонеллид *Estonirhynchia estonica* Н. Schmidt (Brachiopoda) острова Сааремаа (Эстония).*
Волкова Е.А.* (МГРИ, eavolkovaea@yandex.ru), Качалина М.Д. (МГРИ, kachalina.mariya@gmail.com), Азарных А.В. (МГРИ, avanzelica4sc@gmail.com),
Епифанов Е.А. (МГРИ, dedal0806@gmail.com), Комаров В.Н. (МГРИ, komarovmgri@mail.ru)

Аннотация

Рассмотрены следы жизнедеятельности сверлильщиков и эпибионты (мшанки, микроконхиды, кранииды и табуляты) на раковинах ринхонеллид *Estonirhynchia estonica* Н. Schmidt, 1954 из венлокских отложений острова Сааремаа (Эстония).

Ключевые слова

Сверлильщики, мшанки, микроконхиды, кранииды, ринхонеллиды, *Estonirhynchia estonica* Н. Schmidt, венлок, Эстония.

Теория

Детальное изучение эпибионтии важно при комплексном изучении ископаемых донных организмов, на что неоднократно указывалось в литературе [1–20]. Материалом для данного исследования послужила коллекция венлокских ринхонеллид *Estonirhynchia estonica* Н. Schmidt, 1954 насчитывающая 246 экземпляров. Коллекция была собрана в Эстонии на острове Сааремаа в клифе Парамайя.

Следы сверлений обнаружены на 33 раковинах *Estonirhynchia estonica* – на 12 брюшных створках и на 6 спинных створках (рис. 1). Кроме того, у 15 экземпляров сверления были обнаружены на обеих створках. Расположение перфораций на обеих створках хаотично. Следы сверлений вертикальные, неглубокие, не сужающиеся по мере углубления, различного размера. По размеру среди перфораций можно установить две группы. К первой относятся крошечные отверстия, размер которых составляет от 0,01 мм до 0,1 мм. К другой группе можно отнести перфорации, размер которых варьирует обычно от 0,2 мм до 2,4 мм. Обычно на раковинах встречаются либо мелкие, либо крупные отверстия. Совместно они наблюдались лишь на нескольких образцах. Размер отверстий на разных створках одинаков. Из обнаруженных отверстий подавляющее большинство является сквозными. В большинстве случаев сверления представлены круглыми или овальными в плане выемками.

Мшанки были найдены на 16 раковинах *Estonirhynchia estonica*. Среди мшанок были предварительно определены два рода. Подавляющее большинство выявленных нами мшанок относятся к роду *Fistulipora*. Один экземпляр отнесён к роду *Leioclema*. Всего выявлено 25 колоний (рис. 1).

Размеры колоний мшанок варьируют от 2,0 мм до 11,0 мм, но обычно составляют 3,5–4,5 мм. Расположение колоний мшанок на различных створках в целом идентично. Большинство из них расположены непосредственно около язычка вдоль передней комиссуры и ограничены ей. В трёх случаях колонии наблюдались на макушках, также вблизи комиссуры. Лишь у трёх экземпляров мшанки были прикреплены в центральной части спинных створок.

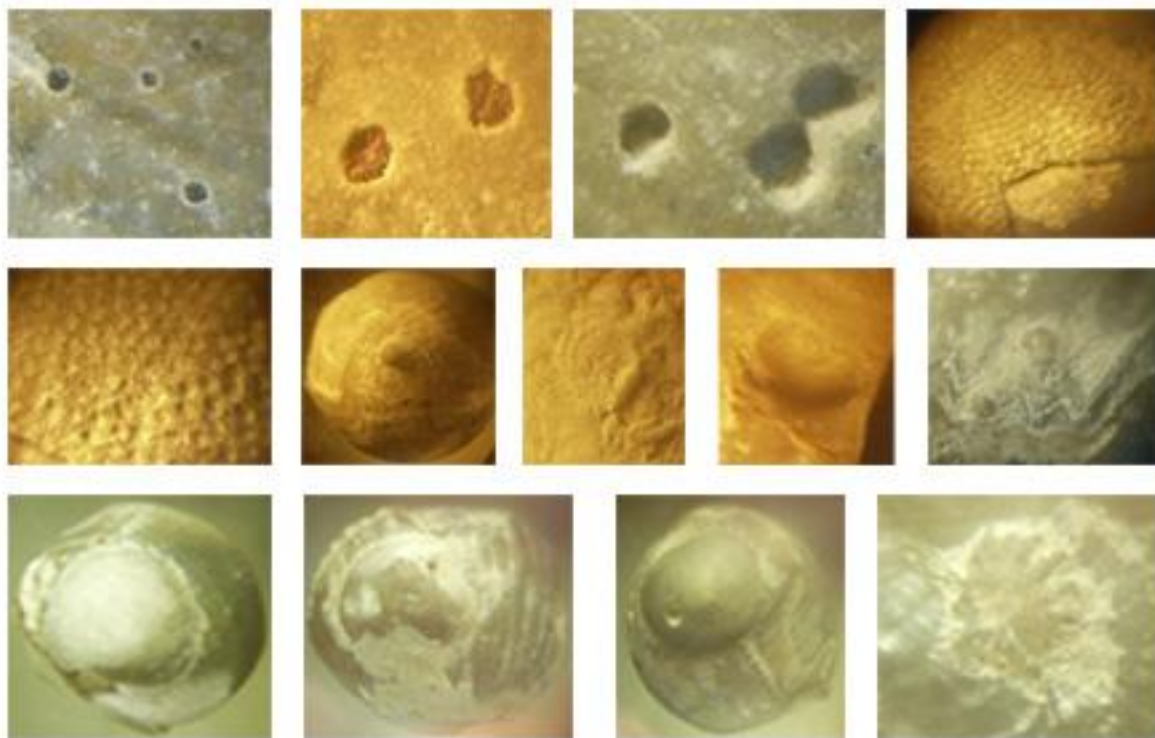


Рисунок 1. Следы сверлений и эпибионты (мишанки, микроконхиды и кранииды) на раковинах *Estonirhynchia estonica*. Увеличено.

Среди микроконхид установлен вид *Palaeoconchus cf. tenuis* (Sowerby, 1839), обнаруженный на 16 раковинах (рис. 1). Всего представителей данного вида найдено 40. Почти все обнаруженные микроконхиды располагаются вблизи переднего края раковин в районе язычка, иногда они строго граничат с комиссурой. В большинстве случаев на раковине наблюдалось от 2 до 9 трубок палеоконхусов. Одна трубка была обнаружена лишь на шести раковинах. Среди *Palaeoconchus* отмечены лишь спиральные трубки, округлые в плане, или, реже, их фрагменты. Обычно трубки целые. Частично или полностью вскрытые, полые трубки наблюдались редко. Насколько можно судить по экземплярам хорошей сохранности, трубки характеризуются гладкой наружной поверхностью.

Размеры наблюдаемых *Palaeoconchus* варьируют от 0,1 до 1,3 мм, но обычно составляет около 0,3–0,6 мм в диаметре. Максимальный замеренный диаметр трубки в области апертуры составляет 0,36 мм, обычно он меньше.

Кранииды обнаружены на пяти образцах *Estonirhynchia estonica*. На четырех спинных створках найдено по одному относительно крупному экземпляру *Petrocrania gracilis*.

Раковины *Petrocrania gracilis* всегда располагаются вблизи передней комиссуры в районе язычка и иногда строго граничат с комиссурой. Размеры раковин *Petrocrania gracilis* составляют 2,8, 8,0, 8,2 и 8,8 мм в диаметре.

На сохранившейся мелкой раковине заметны концентрические линии роста, расположенные примерно через 0,3 мм. Между ними наблюдаются ещё более тонкие пластины нарастания.

Очень интересна раковина, на которой с обеих сторон обнаружено не менее 27 мелких, размером 0,9–1,3 мм раковин краниид *Propatella palmaria* Holmer, Popov et Basset, 2013. Они ассоциируют с четырьмя микроконхидами *Palaeoconchus cf. tenuis* и колонией табулят *Paleofavosites secundus* (Klaamann), размером 9,4 мм. Размер кораллитов у табулят составляет от 1,2 мм до 2,3 мм.

Выводы

Нападение плотоядных гастропод на ринхонеллид происходило при жизни последних. Находки мшанок в непосредственной близости от комиссуры свидетельствуют о том, что в данном случае было прижизненное прикрепление мшанок, которое позволяло получать из входящего потока воды некоторую часть пищи брахиопод. Выявление случаев мшанками через комиссуру раковины свидетельствует о посмертном поселении мшанок, так как живые брахиоподы, приоткрывая створки, препятствовали бы переходу обрастателей со створки на створку. Прикрепление микроконхид в большинстве случаев было прижизненным. В пользу этого свидетельствует расположение большинства из них у самого края передней комиссуры. Прикрепление многих краниид, вероятно, было прижизненным. В пользу этого свидетельствует расположение *Petrocrania gracilis* вблизи передней комиссуры в районе язычка. Прирастание *Propatella palmaria* могло быть как прижизненным, так и посмертным. Часть из них расположено вблизи комиссуры, а часть на удалении от комиссуры. Доля обросших мшанками раковин составляет 6,5% от общего числа изученных брахиопод, покрытых микроконхидами также 6,5%, покрытых краниидами – 2%, что свидетельствует о редкости использования различными организмами раковин атириид в качестве субстрата. Указанные цифры, в свою очередь, могут говорить и об их редкости в палеобиоценозах. В то же время доля повреждённых сверлильщиками раковин составляет 13,4%, что свидетельствует о довольно обычных случаях использования гастроподами раковин ринхонеллид в качестве пищи.

Библиография

1. Азарных А.В., Епифанов В.А., Комаров В.Н. О находках мшанок на раковинах венлокских ринхонеллид *Estonirhynchia estonica* H.Schmidt (Brachiopoda) (остров Сааремаа, Эстония) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 66. С. 36–48.
2. Вайтиева Ю.А., Верба Т.И., Комаров В.Н. О находках следов жизнедеятельности сверлильщиков на раковинах спириферид *Licharewia rugulata* (Kutorga) (Brachiopoda) из байтуганских слоёв (нижнеказанский подъярус) окрестностей села Байтуган (Самарская область) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 70. С. 326–340.
3. Вайтиева Ю.А., Волкова Е.А., Комаров В.Н. О находках эпибионтов на раковинах продуктид *Aulosteges horrescens* (Verneuil) (Brachiopoda) из байтуганских слоёв (нижнеказанский подъярус) окрестностей села Байтуган (Самарская область) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 71. С. 270–282.
4. Верба Т.И., Конов А.П., Комаров В.Н. О находках эпибионтов на раковинах спириферид *Licharewia rugulata* (Kutorga) (Brachiopoda) из байтуганских слоёв (нижнеказанский подъярус) окрестностей села Байтуган (Самарская область) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 71. С. 236–251.
5. Волкова Е.А., Качалина М.Д., Комаров В.Н. О находках мшанок на раковинах продуктид *Aulosteges horrescens* (Verneuil) (Brachiopoda) из байтуганских слоёв (нижнеказанский подъярус) окрестностей села Байтуган (Самарская область) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 70. С. 348–359.
6. Волкова Е.А., Качалина М.Д., Комаров В.Н. О редких находках *Petrocrania gracilis* и *Propatella palmaria* (Craniida, Brachiopoda) на раковинах венлокских ринхонеллид *Estonirhynchia estonica* H. Schmidt (Brachiopoda) (остров Сааремаа, Эстония) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 67. С. 53–67.

7. Волкова Е.А., Качалина М.Д., Комаров В.Н. Первые находки микроконхид на раковинах венлокских ринхонеллид *Estonirhynchia estonica* Н. Schmidt (Brachiopoda) (остров Сааремаа, Эстония) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 67. С. 23–36.
8. Волкова Е.А., Качалина М.Д., Комаров В.Н. О находках мшанок на раковинах продуктид *Aulosteges horrescens* (Verneuil) (Brachiopoda) из байтуганских слоёв (нижнеказанский подъярус) окрестностей села Байтуган (Самарская область) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 71. С. 217–229.
9. Гонтарь О.А., Самохвалов С.А., Комаров В.Н. О новых находках эпибионтов на раковинах *Danocrania tuberculata* и *Danocrania polonica* (Craniida, Brachiopoda) из датского яруса Горного Крыма // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 50. С. 186–199.
10. Измайлова А.А., Головастов Д.А., Вайтиева Ю.А., Павлидис С.Б., Гончарова Е.И., Локтионов А.Д., Комаров В.Н. Девонские эпибионты. М.: ООО “ТИИЦ”, 2021. 82 с.
11. Комаров В.Н., Измайлова А.А., Головастов Д.А., Гончарова Е.И. Девонские клумбы для животных-мхов и животных-цветов // Природа. 2021. № 5. С. 19–24.
12. Комаров В.Н., Измайлова А.А., Головастов Д.А., Гончарова Е.И. Микрокосм девонских микроконхид и корнулитид Закавказья // Природа. 2021. № 7. С. 47–54.
13. Комаров В.Н., Павлова Ю.Э., Бушманова Ю.Д. Первая находка эпибионтов на раковинах уральских атрипид // Природа. 2022. № 1. С. 60–63.
14. Костюкевич С.А., Шемина М.П., Комаров В.Н. Первые находки следов жизнедеятельности сверлильщикова на раковинах фаменских атириид *Athyris concentrica* (Buch) (Brachiopoda) (Липецкая область, окрестности города Елец) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 64. С. 5–19.
15. Николаева П.А., Шаров И.А., Комаров В.Н. Первые находки мшанок на раковинах фаменских атириид *Athyris concentrica* (Buch) (Brachiopoda) (Липецкая область, окрестности города Елец) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 65. С. 6–19.
16. Павлидис С.Б., Зеленкова И.С., Комаров В.Н. Уникальная находка гирляндного прирастания представителей рода *Cornulites* (Microconchida, Tentaculita) на раковинах атрипид (Brachiopoda) из девонских отложений Закавказья // Инновации. Наука. Образование. 2021. № 31. С. 1298–1303.
17. Павлова Ю.Э., Бушманова Ю.Д., Комаров В.Н. Уникальная находка эпибионтов на раковинах *Carinatina agimaspa* (Eichwald, 1840) (Atrypida, Brachiopoda) из карпинского горизонта (эмский ярус) восточного склона Северного Урала // Инновации. Наука. Образование. 2021. № 41. С. 657–669.
18. Павлова Ю.Э., Бушманова Ю.Д., Комаров В.Н. Уникальная находка следов сверления эпибионтов на раковинах *Karpinskia conjugula* Tschernyschew, 1885 (Atrypida, Brachiopoda) из пражского яруса восточного склона Северного Урала // Инновации. Наука. Образование. 2021. № 47. С. 2631–2637.
19. Пинских Ю.С., Плотникова А.А., Комаров В.Н. Первые находки микроконхид на раковинах фаменских атириид *Athyris concentrica* (Buch) (Brachiopoda) (Липецкая область, окрестности города Елец) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 65. С. 33–46.
20. Ченина Е.А., Лещук С.Э., Комаров В.Н. Об уникальной палеоэкологической находке раковины фаменских атириид *Athyris concentrica* (Buch) (Brachiopoda) (Липецкая область, окрестности города Елец) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 66. С. 49–59.

*Русловые отложения природно-исторического парка “Битцевский лес” - уникальный палеонтологический объект. Горячев И.А. * (МГРИ, ilya.goryachev.02@inbox.ru), Дуткина Т.Е. (ГБОУ города Москвы “Школа № 851”, komarovmgri@mail.ru), Комаров В.Н. (МГРИ, komarovmgri@mail.ru)*

Аннотация

Приведены данные об ископаемых остатках, обнаруженных в русловых отложениях реки Чертановки природно-исторического парка “Битцевский лес”. Окремнённый материал, а также кальцитовые членики стеблей морских лилий, был переотложен водами реки Чертановки из морены московского и днепровского ледников. Возраст комплекса каменноугольный. находка продуктиды *Admoskovia aljutovensis* Lazarev указывает на верейский горизонт московского яруса.

Ключевые слова

Окаменелости, русловые отложения, парк “Битцевский лес”, Теплостанская возвышенность.

Теория

В черте города Москва расположены различные природные памятники. Одним из примеров подобных комплексных объектов, имеющих общегеологическое, стратиграфическое и палеонтологическое значение, может служить природно-исторический парк “Битцевский лес” – второй по величине парк Москвы. Данная местность расположена на юго-западе Москвы, в наиболее приподнятой части Теплостанской эрозионной возвышенности с абсолютными отметками 190–230 м. Она относится к Москворецко–Окской полого-увалистой равнине, рельеф и геологическое строение которой во многом определились развитием ледниковых покровов в плейстоцене.

Авторами было проведено комплексное исследование русловых отложений реки Чертановки в природно-историческом парке “Битцевский лес”. В том числе, в аллювиальных отложениях были проведены поиски ископаемых остатков [3, 4]. Кроме того, в различных местах русла были взяты пробы для шлихового анализа общим весом около одиннадцати килограммов, которые помогли обнаружить окаменелости небольшого размера. Судя по литературным данным, ископаемые остатки в природно-историческом парке “Битцевский лес” очень редки [1–8]. Из современных русловых отложений рек Теплостанской возвышенности известны крайне редкие (изображения, опубликованные в интернете, можно пересчитать по пальцам одной руки) находки переотложенных остатков каменноугольных порифер из класса *Sclerospongia* (группа *Chaetetoidea*), одиночных коралловых полипов из подкласса *Tetracoralla* и замковых брахиопод из отряда *Productida*. В результате проведённых наблюдений нами были сделаны находки следующих групп окаменелостей (рис. 1). Фораминифер было обнаружено 12 экземпляров – 2 образца с карбонатной раковиной в ходе изучения шлиховых проб (один целый отпрепарированный экземпляр размером 2,5 мм и половина небольшой многокамерной раковины) и 10 образцов в кремнях. На поверхности кремней, представляющих собой стилизованные прозрачные шлифы, были обнаружены сечения крохотных многокамерных раковин различной архитектуры. Состав раковин от периферии конкреций к центру, по всей видимости, меняется с карбонатного на халцедон-кварцевый. В такой смене минерального состава окаменелостей отражается медленный последовательный процесс перекристаллизации выпавшего опала в

халцедон, а затем и в кварц. При дальнейшем изучении кремней в них, без сомнения, удастся обнаружить также кремневые остатки губок и радиолярий.



Рисунок 1. Окаменелости из аллювия реки Чертановки.

В аллювии были найдены две колонии остатков каменноугольных порифер *Chaetetes radians* Fischer из класса *Sclerospongia* (группа *Chaetetoidea*), четыре колонии табулятоморфных кораллов *Syringopora* sp. из отряда *Syringoporida*, три фрагмента кораллитов одиночных коралловых полипов из подкласса *Tetracoralla*, а также фрагмент одного полипняка четырёхлучевого колониального коралла. Кроме того, два кораллита одиночных четырёхлучевых кораллов были выявлены в кремнях. Размер колоний хететид составляет 5,5–6,0 см; сирингопорид 3,0–9,0 см; одиночных тетракораллов 3,0–4,5 см, а колониальных тетракораллов 2,0 см. Среди замковых брахиопод множество представителей отрядов *Strophomenida* и *Productida* было встречено в одном довольно крупном образце окремнённого известняка–ракушечника. Кроме того в аллювии было обнаружено два небольших обломка раковин продуктид и одна крупная раковина продуктиды *Admoskovia aljutovens* Lazarev. Один обломок раковины продуктиды найден при просмотре шлиха и одна крошечная раковина строфомениды выявлена в кремневой конкреции. Среди представителей брахиопод отряда *Spiriferida* три небольших фрагмента раковин были обнаружены в аллювии и два образца при просмотре шлиха. В шлиховых пробах было обнаружено 15 члеников стеблей морских лилий различной сохранности. Два отпечатка члеников стебля криноидей были обнаружены в кремневых конкрециях. Насколько позволяют судить проведённые наблюдения, лишь три членика сохранили исходный кальцитовый состав, остальные окремнены. Остатки морских ежей представлены обнаруженными в шлиховых пробах двумя пластинками панцирей и двумя фрагментами игл. Как непосредственно в русле реки, так и в процессе шлихового опробования, нами были встречены состоящие из гидроокислов железа (лимонит и гётит) конкреции в виде цилиндрических трубок с довольно узкой внутренней центральной полостью, по всей видимости, изначально

сформировавшиеся в ожелезненном песчанике коренных нижнемеловых отложений. Трубки либо незначительно расширяются, либо характеризуются почти постоянным диаметром. Их размер достигает 9 см, но обычно встречаются образования меньшей величины – около 4,0–5,0 см. Большой диаметр трубок достигает 3,0 см, а диаметр внутренней полости 1,5 см. В шлиховых пробах размер подобных конкреций составляет первые миллиметры. Вполне вероятно, что подобные трубки представляют собой ихнород *Skolithos Haldeman*, 1840, которые послужили своеобразными “центрами кристаллизации” при возникновении конкреций. Ходы *Skolithos* представлены вертикальными или несколько скошенными, обычно прямыми или слегка изогнутыми норками–трубками небольшой ширины. Трубки неразветвленные и располагаются в пласте параллельно друг другу и перпендикулярно плоскостям напластования. Стенки норки гладкие, неорнаментированные; входное отверстие простое или воронкообразное. Осадок, заполняющий норки, обычно массивный, не несущий следов переработки и, по-видимому, пассивно привнесённый в норку, после того как она была покинута своим обитателем. Диаметр трубок 0,2–1 см. Горизонтальное сечение – круглое. Часто, но не всегда, норки *Skolithos* довольно тесно расположены в пласте. Происхождение следов *Skolithos* трактовалось по-разному. Одно время им, как и многим другим ихнофоссилиям, приписывалось растительное происхождение. Считалось также, что они имеют неорганическое происхождение и представляют собой следы поднимавшихся к поверхности осадка пузырьков газа. Рассматривались они и как кораллы, губки, следы сверления фолад и, наконец, как следы жизнедеятельности (норки обитания) червей–аннелид. В настоящее время общепринятым является мнение о том, что *Skolithos* это следы жизнедеятельности червей, хотя не исключено, что часть вертикальных норок, включаемых в этот ихнород, всё же могла быть создана и другими животными. В пределах Теплостанской возвышенности ихнород *Skolithos* указывался из икшинской и гаврилковской свит, а также из коньякского яруса [5–8]. Именно из этих отложений данные окаменелости могли быть вымыты и оказаться в аллювии реки Чертановки.

Выводы

Всего было найдено 70 экземпляров, которые относятся к шести крупным группам ископаемых остатков – простейшим (фораминиферам), склероспонгиям (хететоидеи), коралловым полипам (табулятоморфные кораллы, а также одиночные и колониальные четырёхлучевые кораллы), брахиоподам (строфомениды, продуктиды и спирифериды), иглокожим (морские лилии и морские ежи), следам жизнедеятельности беспозвоночных организмов *Skolithos*. Преобладают остатки иглокожих (30,2%). На втором месте находятся кораллы (24,5%). Третье место разделяют брахиоподы (20,1%) и фораминиферы (17,2%). Остатки следов жизнедеятельности *Skolithos* (5,8%) и склероспонгий (2,2%) редки. Это процентное соотношение несколько условно, так как невозможно было точно подсчитать множество раковин брахиопод из одного образца известняка–ракушечника. Если бы эти экземпляры были бы учтены, брахиоподы, несомненно, вышли бы на первое место. Видовое разнообразие достаточно велико. Брахиопод обнаружено не менее 10 видов, фораминифер не менее 7, морских лилий не менее 5, одиночных тетракораллов не менее 3, колониальных тетракораллов не менее 3, морских ежей не менее 2, склероспонгий не менее 1 и сирингопорид не менее 1 вида. Если добавить к этому списку ихнород *Skolithos*, то окажется, что обнаруженный нами комплекс включает не менее 32 видов ископаемых организмов. Большинство экземпляров (естественно маленького размера) было обнаружено в шлиховых пробах – 45,2%. Непосредственно в русловых отложениях было найдено 36,0% образцов, в том

числе и все крупного размера. В конкрециях кремней собрано 18,8% фоссилий, все из которых маленького размера. Большинство образцов характеризуется небольшой величиной. Самыми крупными являются раковина *Admoskovia aljutovensis* Lazarev (ширина около 10,0 см) и одна из колоний *Syngonora* sp. (около 9,0 см). Подавляющее большинство обнаруженных окаменелостей (кроме двух раковин фораминифер, редких члеников стеблей морских лилий и трубок *Skolithos*) окремнены. Особенно красивы фрагменты окремнённых раковин спириферид. Большинство образцов в различной степени разрушены и окатаны. По всей видимости, весь окремнённый материал (включая фоссилии в конкрециях кремней), а также кальцитовые членики стеблей морских лилий, был переотложен водами реки Чертановки из моренных отложений московского и днепровского ледников. Возраст этого комплекса в целом каменноугольный. находка продуктиды *Admoskovia aljutovensis* Lazarev указывает на верейский горизонт московского яруса. Этим данным не противоречат и находки *Chaetetes radians* Fischer, известного из московского яруса среднего карбона. Карбонатные раковины фораминифер и трубки *Skolithos*, по всей видимости, вымыты из нижнемеловых отложений.

Библиография

1. Брагина Л.Г. Радиолярии и стратиграфия верхнемеловых отложений хотьковской серии Подмосковья // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1994. Т. 69, вып. 2. С. 91–100.
2. Вишневская В.С. Биостратиграфия верхнемеловых отложений Подмосковья по радиоляриям // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2019. Т. 94, Вып. 4. С. 58–76.
3. Дуткина Т.Е., Горячев И.А., Комаров В.Н. Руслевые отложения природно-исторического парка “Битцевский лес” – уникальный геологический объект. Статья III. Окаменелости и археологические достопримечательности // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 59. С. 42–56.
4. Комаров В.Н., Дуткина Т.Е., Горячев И.А. Битцевский лес – уникальный геологический памятник // Природа. 2022. № 10. С. 49–56.
5. Малёнкина С.Ю. Новые данные по меловым отложениям юга Москвы // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Материалы 6-го Всероссийского совещания. Краснодар: Изд-во Кубанского гос. ун-та. 2012. С. 185–188.
6. Маленкина С.Ю. Проблемы палеоэкологии и исторической геоэкологии. Всероссийская научная конференция, посвященная памяти профессора Виталия Георгиевича Очева. Тезисы докладов / Под ред. И.В. Новикова и А.В. Иванова. Москва–Саратов: ПИН РАН им. А.А. Борисяка – СГТУ им. Ю.А. Гагарина – ООО «Кузница рекламы», 2018. С. 31–33.
7. Малёнкина С.Ю. Особенности геологического строения и ихнофоссилии меловых отложений Теплостанской возвышенности // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Материалы IX Всероссийского совещания. Белгород: ПОЛИТЕРРА. 2018. С. 164–166.
8. Малёнкина С.Ю., Зубарев Д.А. Битцевский лес как комплексный объект научных и просветительских экскурсий // Полевые практики в системе высшего образования. Материалы Пятой Всероссийской конференции. Санкт-Петербург: Изд-во ВВМ. 2017. С. 233–235.

Фашиально-петрографическая характеристика пород – коллекторов терригенной формации юрского возраста на Денгизкульском поднятии и прилегающих территориях. Кудашева Л.Р. * (ГУ «ИГИРНИГМ», Узбекистан, Ташкент, maksuliliya@yandex.ru), Евсеева Г.Б. (ГУ «ИГИРНИГМ», Узбекистан, Ташкент, igirnigm@ing.uz)

Аннотация

Рассматриваются результаты детального изучения условий формирования и характеристика вещественного состава пород нефтегазоносных терригенных отложений нижней – средней юры, направленные на расшифровку геологического строения и определения возраста глубокопогруженных продуктивных горизонтов, содержащим залежи нефти и газа, которые характеризуются развитием пород – коллекторов, сформировавшимся в различных фашиальных зонах.

Ключевые слова: юра, формация, фация, коллектор, нефть, газ.

Теория

Денгизкульское поднятие расположено на Чарджоуской ступени в пределах Бухаро-Хивинского нефтегазоносного региона (БХНГР). Границами Денгизкульского поднятия на севере, северо-западе и юго-востоке являются соответственно Кушабский, Каракульский и Бешкентский прогибы, на юге – Учбаш-Каршинская флексурно-разрывная зона (рис.1). Отложения ниже-среднеюрского возраста здесь, как и на всей территории БХНГР, представлены терригенными образованиями, выделяемые в качестве терригенной формации (ТФ). На историю формирования терригенных толщ большое влияние оказали крайне дифференцированные тектонические движения, что отразилось на распределении мощности формации, диапазон которой определяется от 900-1000 м до полного выклинивания ее отложений. Повсеместно эти образования залегают резко несогласно на гетерогенном складчатом основании (Бабаев А.Г., и др., 1977). В фашиальном отношении отмечается закономерная смена отложений водораздельно-элювиального, склонового-долинно-веерного, линейно-долинного, подгорно-веерного, равнинно-долинного фашиальных поясов.

Направленность развития терригенного комплекса подчеркивается особенностями строения разреза, обособлением ряда сменяющих друг друга свит, отражающих закономерное ритмическое развитие фашиальных ландшафтов. Эта ритмичность сопровождается согласованными изменениями многих частных признаков разрезов. В их числе групповая смена растительных ассоциаций ранней юры, ааллен, байоса, байоса-бата, раннего келловей. Расцвет пресноводных организмов хорошо коррелируется с позднебайосской трансгрессией палеоокеана Тетис с его аммонитовой фауной. Выделены две большие группы терригенных отложений - полная и сокращенная. Развитие первых ограничено пределами протяженных долин, вторые были связаны с подгорными наземными аккумулятивными равнинами, сопрягавшимися с озерными и морскими бассейнами. В разрезе ТФ были выделены (снизу вверх): кимерекская (нижняя юра), гурудская (аален-нижний байос), дегибадамская (верхний байос), тангидувальская (нижний и средний бат) и байсунская (верхний бат и нижний келловей) свиты (Абдуллаев, и др., 2018).

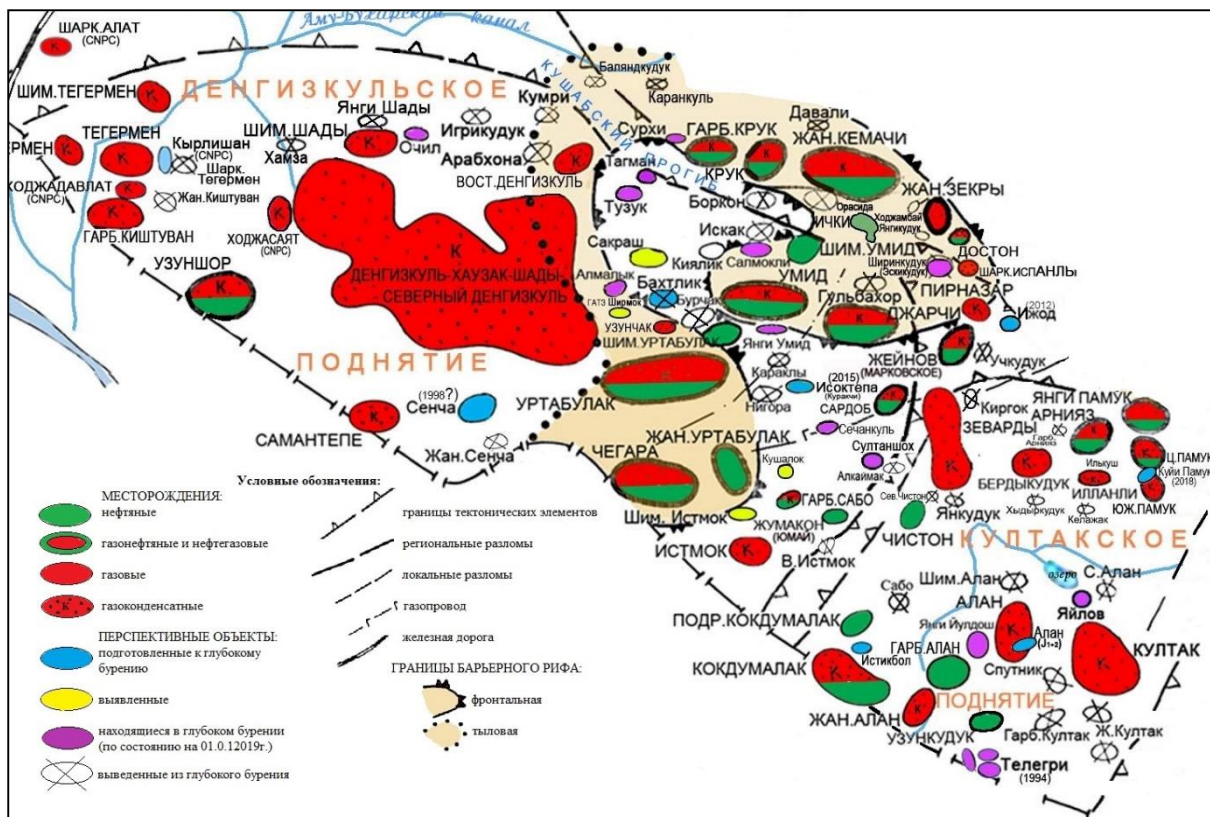


Рисунок 1. Обзорная карта района работ.

Ранняя юра. Кимерекская свита – $J_1 km$. На рассматриваемой территории отложения свиты имеют незначительное распространение, приурочены к участкам, испытавшим в ранне - среднеюрское время устойчивое прогибание и развиты в срединных частях прогибов. Отложения формировались в наземных условиях с преобладанием тропического климата, характеризующихся широким развитием растительности и заболоченностью территории, способствовавшей накоплению углей. Терригенные породы формировались в руслах и поймах рек и озер, а также болотах (Памук, скв.1П, Кушаб, скв.1П, Уртабулак, скв.102). Породами-коллекторами являются песчаники (рис.2) и гравелиты, приуроченные к наиболее погруженным частям разреза. Открытая пористость достигает 15%, а проницаемость изменяется от 0 до 326мдарси. Алевролиты и аргиллиты плотные, иногда слабо трещиноватые, практически не проницаемые, что позволяет считать их потенциальными покрывками.

Аален – ранний байос. Гурудская свита - $J_2 a-b_1 gr$. Палеогеографическая обстановка представляла собой предгорную равнину с широкой сетью рек (пра-Нурата, пра-Зарафшан, пра-Джам и пра-Аксу) (Эгамбердыев М.Э., и др., 1995 стр. 105-111), образовавших полосу слившихся конусов выноса, представляющих систему подножно-верного и равнинно-долинного фациальных поясов (В.Денгизкуль, скв.1П, Узунчак, скв.1, Я.Умид, скв.2) , южнее, на площадях Крук, скв.1, Сардоб, скв.7 преобладали отложения центрально-озерного комплекса. Однако континентальные условия нарушены проникновением морских вод, так как в разрезе наблюдается карбонатизация пород, особенно по цементу. Это четко прослеживается на месторождениях Дивалкак и Матонат, площади В. Денгизкуль. Основной объем песчаников представлен мелкозернистыми разностями, крупно-среднезернистые встречаются реже (рис.3). Породы характеризуются сравнительно невысокими коллекторскими свойствами и при

высокой пористости имеют низкую проницаемость. Открытая пористость составляет 10-15%, а проницаемость 1-10 мдарси.

Поздний байос. Дегибадамская свита – J_2b_2dg . В связи с общим погружением земной коры, исследуемую территорию достигает первая волна трансгрессии моря Тетиса, обусловившая формирование в отдельных зонах подводно-равнинного фациального комплекса. Наземная растительность сменяется обитателями моря: фораминиферы, остракоды, различные водоросли и другие представители животного мира. Отложениями, содержащими остатки морских фораминифер (Памук, скв.1П. Уртабулак, скв.102), являются песчано-глинистые осадки позднего байоса, вскрывших терригенную формацию. Проницаемые пласты представлены среднезернистыми песчаниками (рис.4), иногда с обломками гравелитовой размерности. Породы слабо проницаемые со средней пористостью до 10%. Проницаемость не превышает 5 мдарси. Алевролиты характеризуются низкими значениями фильтрационно – емкостных свойств (ФЕС) – пористость $\approx 3-5\%$, проницаемость ≈ 1 мдарси. В аргиллитах и глинах, а также в карбонатных породах наблюдается трещиноватость. Открытая трещинная пористость $\approx 0,01-0,3\%$, трещинная проницаемость $\approx 0,3-600$ мдарси.

Ранний – средний бат. Тангидувальская свита- $J_2bt_{1+2}tn$ занимает промежуточное положение, обусловленное главным образом, переходным характером климата – от ярко выраженного гумидного в ранней-средней юре, к ариднему – в поздней (Алексеев В.П., 1990). Вверх по разрезу появляется пестроцветная окраска пород. Не менее важной особенностью развития этого времени являлось постоянное трансгрессирующее влияние моря. Формирование песчаных тел проходило как в прибрежных (волноприбойный пояс), так и в подводно-дельтовых условиях, конфигурация этих тел, как правило, подчинялась палеоструктурному плану.

Породы обладают хорошими коллекторскими свойствами, коллекторы приурочены к разноезернистым песчаникам (рис.5), пористость которых, в среднем $\approx 14-16\%$, а проницаемость – до 560 мдарси. В кровле свиты залегает пачка глин и глинистых алевролитов, которая может служить крышкой для коллекторов.

Поздний бат – ранний келловей. Байсунская свита - $J_2bt_3-k_1bs$ Осадконакопление проходило, в основном, в прибрежно-морских условиях, а наличие отпечатков растительных остатков свидетельствует о близости береговой зоны (Памук, скв.1П. Уртабулак, скв.102, Бердыдук, 2П). Песчано-алевритовые породы плохо отсортированные, сильно глинистые, открытая пористость $\approx 1-4\%$, проницаемость до 5 мдарси. Иногда наблюдаются прослой крупнозернистых песчаников (рис.6), обладающих высокими ФЕС – пористость $\approx 10-15\%$, проницаемость ≈ 520 мдарси. В кровле залегает пачка глинисто-карбонатных пород, которая служит крышкой для коллекторов.

Выводы:

1. Отложения нижней части формации от ранней юры до раннего байоса включительно формировались главным образом в наземных условиях: конусах выноса древних рек, в предгорном шлейфе, руслах и поймах равнинных палеорек, старичных озер и болот, а также в обширных пресноводных озерах.

2. Накопление осадков в диапазоне позднего байоса-раннего келловей связано с первой крупной трансгрессией моря. В это время формировался полифациальный

комплекс прибрежно-морских и континентальных отложений. С позднего байоса и выше появляются остатки морской макро - (аммониты, пелециподы, брахиоподы, черви, кораллы) и микрофауны (фораминиферы, остракоды), различные водоросли и спорово-пыльцевые комплексы.

3. Изучение фациальных особенностей разрезов ТФ позволяет установить определенные закономерности изменения значений пористости и проницаемости коллекторов в зависимости от условий осадконакопления.

4. Породы – коллекторы сложены песчано – алевролитовыми, реже грубообломочными образованиями руслового, руслово-дельтового, волноприбойного генезиса, характеризующихся неоднородностью состава, структуры и текстуры с межгранулярной пористостью. Редко встречаются трещиноватые глинисто-алевролитовые образования, накопившиеся в пойменных и озёрно – болотных условиях, где проницаемость обусловлена трещиноватостью.

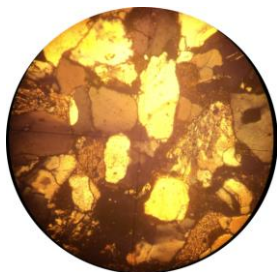


Рисунок 2. Песчаник крупно – среднезернистый, п/ш-кварцевый, с обломками гли., кремнисто-глинистых пород, кварцитов. Кушаб, скв. 1П. Ник.+, ув. 9x15.

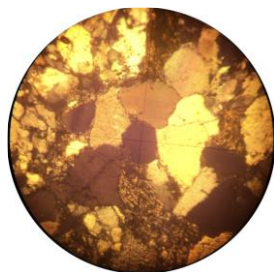


Рисунок 3. Песчаник крупносреднезернистый, п/ш-кварцевый, с обломками кварцитов, слюдяных сланцев. Уртабулак, скв.102. Ник.+, ув. 9x15.

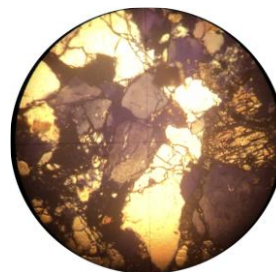


Рисунок 4. Песчаник среднезернистый, п/ш-кварцевый, с обломками глинистых, кремнисто-глинистых пород, редко кварцитов. Памук, скв.1П. Ник.+, ув. 9x15

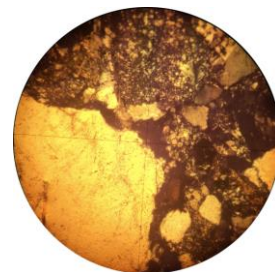


Рисунок 5. Песчаник разноезернистый, п/ш-кварцевый, с включением крупных обломков кварца. Уртабулак, скв.102. Ник.+, ув. 9x15.

Библиография

1. Биостратиграфия юрской терригенной формации Бухаро-Хивинского нефтегазоносного региона [Конференция] / авт. Абдуллаев Гайбулла Сайфуллаевич и Евсеева Галина Борисовна // Тезисы докладов на международной конференции (Науки о земле). - Ташкент : [б.н.], 2018. - стр. 115-117.
2. Палеотектонические особенности формирования и нефтегазоносность терригенных отложений юры северного борта Амударьинской синеклизы [Статья] / авт. Эгамбердыев М.Э. и Абдуллаев Г.С. // Узбекский геологический журнал. - 1995 г..
3. Расчленение и корреляция разрезов юрской терригенной формации Чарджоуской ступени по данным ГИС [Статья] / авт. Алексеев В.П. // Узбекский геологический журнал №4. - 1990 г..
4. Терригенная формация юрского возраста Бухаро-Хивинского региона и Юго-Западного Гиссара и её нефтегазоносность [Книга] / авт. Бабаев А.Г., Габрильян Р.А. и Саямова С.К.. - Москва : Недра, 1977.

Спирорбиды Rotularia damesii Noetling (Annelida, Polychaeta) из верхнего альба Горного Крыма. Енифанов В.А. (МГРИ, dedal0806@gmail.com), Конов А.П. (МГРИ, konov-2000@mail.ru)*

Аннотация

Рассмотрены общие сведения о полихетах. Приведены результаты исследования коллекции спирорбид *Rotularia damesii* Noetling, 1887, насчитывающей 95 экземпляров и собранной за последние годы студентами и преподавателями в ходе проведения учебной геологической практики МГРИ в Крыму. Данные окаменелости встречаются в отложениях чигирской свиты, имеющей позднеальбский возраст.

Ключевые слова

Спирорбиды, *Rotularia damesii*, верхний альб, Горный Крым.

Теория

Многощетинковые черви (полихеты) – многочисленные и разнообразные преимущественно морские животные, обитающие на всех глубинах, главным образом в воде с нормальной солёностью и ведущие самый разнообразный образ жизни.

На переднем конце тела имеется венчик из жаберных лучей. Тело разделено на два чётко отграниченных отдела – торакальный, состоящий из небольшого числа (трёх – семи) сегментов с волосовидными спинными и крючковидными брюшными щетинками, и абдоминальный, обычно состоящий из многочисленных сегментов с обратным расположением щетинок (на спинной стороне – крючковидные щетинки, на брюшной – волосовидные).

На многощетинковых червей нападают как иглокожие и ракообразные, так и рыбы. В некоторых случаях они являются жертвами более крупных сородичей.

Надежным способом защиты от врагов у полихет являются обильное выделение слизи, быстрое зарывание в грунт и устройство различных временных или постоянных норок или трубок, в которых черви укрываются.

Среди всего многообразия полихет в ископаемом состоянии наиболее полно представлены формы, обитавшие в домиках–трубочках из карбоната кальция. Наиболее известными представителями этой группы являются аннелиды семейства *Serpulidae* (“серпулиды”), хотя похожие трубки могут создавать и представители ещё двух семейств, *Sabellidae* (“сабеллиды”, близкие родственники серпулид) и *Cirratulidae* (“цирратулиды”). По типу питания все полихеты с карбонатной трубкой относятся к сестонофагам (водным фильтрующим животным). Они питаются планктоном из толщи воды, используя для его добычи специальный ловчий аппарат в виде широко расставленных щупалец.

Трубки состоят из двух concentрических пластинчатых слоёв. В продольном разрезе пластинки внутреннего слоя расположены параллельно оси трубки, а пластинки внешнего слоя согнуты в виде парабол.

Полихеты способны перемещаться лишь внутри своих трубочек–домиков, которые, в свою очередь, обычно прикреплены к субстрату. Многощетинковые черви с карбонатной трубкой – геологически молодая группа, основная радиация которой происходила в мезозойское и кайнозойское время [6]. Надвидовая классификация

мезозойских серпулид, близко соответствующая классификации современных форм, была создана лишь во второй половине XX столетия на верхнемеловом материале [7].

Форма и устройство трубок исключительно разнообразны и имеют большое систематическое значение: уже по внешнему виду одной трубки в некоторых случаях легко установить не только род, но и вид червя. Наряду с этим один и тот же вид червя может иногда строить, в зависимости от местных условий обитания, весьма различные трубки. Трубки могут быть переносными (черви носят их вместе с собой, как, например, *Onuphis*), или прикрепленными к субстрату и сросшимися между собой, причем нередко могут прочно соединяться трубки различных видов. Трубки образуются с помощью секрета специальных желез, расположенных главным образом на брюшной стороне передней части тела или у основания пароподий. Большинство трубок имеет тонкий внутренний пергаментообразный слой, нередко прикрытый сверху толстой муфтой из илестых или мелких песчаных частиц. Иногда наружная муфта построена из мелких камешков, обломков раковин моллюсков, раковинок фораминифер, игл губок и других посторонних частиц. Многие многощетинковые черви для своих трубок отбирают строго определённый строительный материал. У одних червей трубки очень прочные, трудно отделимые от субстрата, у других они легко распадаются на отдельные части даже при слабом нажиме. Илестые и песчаные трубки обычно глубоко посажены в грунт, и лишь небольшая часть их торчит над грунтом. У некоторых видов наружная муфта трубок из посторонних частиц отсутствует, а внутренний пергаментообразный слой сильно утолщен и хитинизирован (хитиновые, весьма эластичные трубки *Sabellidae*). Иногда трубки совершенно прозрачные. У серпулид трубки пропитаны известью, молочно-белого цвета и обладают большой прочностью. Форма трубок большей частью цилиндрическая, прямая, но встречаются также трубки неправильной формы и сильно закрученные. У *Pectinaria* трубки конусовидные, слегка изогнутые (колчанообразный вид трубки), у *Pista* они зигзагообразные в одной плоскости; у *Spirorbis* трубки закручены в спираль, причем у некоторых видов они закручены по часовой стрелке, у других – против часовой стрелки. По длине трубки значительно превышают длину самого червя. У *Serpulidae* наружное отверстие трубки может прочно закрываться особой крышечкой (*operculum*), образованной на конце одного из жаберных лучей; у *Lanicesonchylega* песчаная трубка на наружном конце окружена бахромой из тонких нитей, покрытых песчинками. Многие трубчатые многощетинковые черви никогда не покидают свои трубки и, будучи вынужены из них, погибают (в частности, *Serpulidae*). Находясь в трубках, прикрепленных к посторонним предметам, они являются в полном смысле слова сидячими формами, способными перемещаться лишь внутри своих домиков. Некоторые виды *Sabellidae*, *Terebellidae*, *Spionidae* и ряд других иногда временно покидают свои трубки, свободно ползают и плавают в поисках пищи, а затем вновь залезают в них или строят новые.

Нами была изучена коллекция трубок–домиков полихет *Rotularia damesii* Noetling, 1887, насчитывающая 95 экземпляров и собранная за последние годы студентами и преподавателями в ходе проведения учебной геологической практики МГРИ в Крыму [2]. Данные окаменелости встречаются в отложениях чигирской свиты, имеющей позднеальбский возраст [4]. На находки этих окаменелостей часто указывается в литературе [3, 5]. Иногда данный вид относят к роду *Serpula* [5].

Ниже приведено краткое описание изученного материала, который хранится в геолого–палеонтологическом музее МГРИ. Значительная часть экземпляров находится в геолого–палеонтологическом музее Крымской учебной базы МГРИ.

Исследованные трубки–домики одиночные, свободнолежащие, известковые (рис. 1). Трубки небольшого размера. Их диаметр варьирует от 0,8 мм до 3,0 мм, но обычно составляет 1,2–1,5 мм. Трубки обычно правильной плоскоспиральной формы,

иногда со спрямлённой передней частью. Трубки довольно медленно возрастающие. Их наибольший диаметр составляет 0,5–0,6 мм. Поперечное сечение трубок круглое. Наружная скульптура обычно не выражена. Иногда она представлена довольно отчётливыми грубыми концентрическими морщинами – следами роста. Продольная скульптура отсутствует.



Рисунок 1. Многощетинковые черви *Rotularia damesii* Noetling, 1887; Юго–Западный Крым, восточная часть Бахчисарайского района, восточный склон горы Чигир; нижний мел, верхний альб. Длина масштабной линейки 1 см.

Толщина стенок на поздних стадиях составляет от 0,2 до 0,35 диаметра трубки. На ранних стадиях роста, насколько позволяет судить изученный материал, это соотношение уменьшено.

Трубки–домики *Rotularia damesii* Noetling регулярно изучаются студентами на лабораторных занятиях по основам палеонтологии в МГРИ, причём не только визуально. Студенты шлифуют трубки, чтобы уточнить морфологию скелета.

Трубки–домики *Rotularia damesii* являются очень эффективным, разносторонним материалом, позволяющим вместе со студентами успешно решать самые различные учебные задачи, связанные со многими проблемами палеонтологии.

На их примере студенты узнают о трудностях процесса определения ископаемых остатков – отнесения их к одному из таксонов какой–либо существующей классификации. Причины этих трудностей заключаются в различной степени сохранности материала, в спиральной форме раковины, характерной для различных групп окаменелостей, в сильной индивидуальной изменчивости, затрагивающей форму трубки и степень выраженности наружной скульптуры.

На примере полихет студенты предметно знакомятся с целым рядом важнейших понятий, в частности с адаптивной конвергенцией – морфологическим сходством раковин неродственных групп, ведущих сходный образ жизни, а также с индивидуальной и возрастной изменчивостью.

Ротулярии благодатны для обсуждения материала об образе жизни древних организмов.

Небольшая длительность существования полихет делает их чрезвычайно важными для целей детальной биостратиграфии, что обсуждается со студентами в ходе изучения не только основ палеонтологии, но и общей стратиграфии.

Частые находки во время учебной геологической практики в Крыму трубок–домиков на поверхности мангушских глин (более древних, чем чигирская свита) даёт интересный материал для обсуждения проблем переотложения ископаемых остатков.

Кроме того, изучение внутреннего строения трубок на лабораторных занятиях путём шлифования подводит к обсуждению комплексной методики исследования палеонтологического материала.

Выводы

Известковые трубки многощетинковых червей семейства Serpulidae часто встречаются в отложениях мезозоя и кайнозоя, но они слабо изучены в таксономическом, экологическом и стратиграфическом отношениях [1]. Причиной этого является распространённое мнение о низкой стратиграфической значимости группы и о невозможности построения естественной надвидовой классификации по трубкам, соответствующей классификации рецентных форм, основанной на строении мягкого тела. До конца нераскрытым остаётся также потенциал группы для палеоклиматических и палеоэкологических реконструкций.

Библиография

1. Ипполитов А.П. К ревизии некоторых позднекелловейских серпулид (Annelida, Polychaeta) центральной России. Часть I // Палеонтологический журнал, 2007. № 3. С. 26–32.
2. Конов А.П., Епифанов В.А., Комаров В.Н. О спирорбидах *Rotularia damesii* Noetling (Annelida, Polychaeta) из верхнеальбских отложений Юго–Западного Крыма // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 57. С. 6–15.
3. Кравцов А.Г., Келль С.А., Кликушин В.Г. Фауна меловых отложений Горного Крыма. Практикум. Л.: Изд–во ЛГИ, 1983, 117 с.
4. Цейслер В.М., Караулов В.Б., Туров А.В., Комаров В.Н. О местных стратиграфических подразделениях в восточной части Бахчисарайского района Крыма // Известия вузов. Геология и разведка. 1999. № 6. С. 8–18.
5. Шишлов С.Б., Дубкова К.А., Аркадьев В.В., Бугрова И.Ю., Бугрова Э.М., Триколиди Ф.А., Закревская Е.Ю. Мел и палеоген бассейна реки Бодрак (Юго–Западный Крым): учеб. пособие. СПб: ЛЕМА, 2020. 271 с.
6. Ippolitov A.P., Vinn O., Kupriyanova E.K., Jäger M. Written in stone: History of serpulid polychaetes through time // *Memoirs of Museum Victoria*. Vol. 71. 2014. P. 123–159.
7. Jäger M. Serpulidae (Polychaeta Sedentaria) aus dem nord–deutschen höheren Oberkreide–Systematic, Stratigraphie, ökologie // *Geol. Jb. Reihe A*. 1983. Bd 68. S. 1–219.

*О находках сверлильщиков и эпибионтов на раковинах среднепермских спириферид *Licharewia rugulata* (Kutorga) (Brachiopoda) из окрестностей села Байтуган (Самарская область). Качалина М.Д.* (МГРИ, kachalina.mariya@gmail.ru), Вайтмиева Ю.А. (МГРИ, yulia.vaitieva@yandex.ru), Вербь Т.И. (МГРИ, verba-ti@yandex.ru), Волкова Е.А. (МГРИ, eavolkovaea@yandex.ru), Конов А.П. (МГРИ, konov-2000@mail.ru), Комаров В.Н. (МГРИ, komarovmgri@mail.ru)*

Аннотация

Рассмотрены следы жизнедеятельности сверлильщиков и эпибионты (мшанки, микроконхиды, гастроподы, двустворки, продуктиды и проблематики) на раковинах спириферид *Licharewia rugulata* (Kutorga, 1842) из байтуганских слоёв нижнеказанского подъяруса окрестностей села Байтуган (Камышлинский район, северо–восток Самарской области).

Ключевые слова

Сверлильщики, мшанки, микроконхиды, гастроподы, двустворки, проблематики, *Licharewia rugulata* (Kutorga), средняя пермь, Самарская область.

Теория

Детальное изучение эпибионтии важно при комплексном изучении ископаемых донных организмов, на что неоднократно указывалось в литературе [1–13].

Материалом для данного исследования послужила коллекция спириферид *Licharewia rugulata* (Kutorga, 1842) насчитывающая 1424 экземпляра. Коллекция была собрана в карьере, расположенном в 1,5 км к югу от села Байтуган в Камышлинском районе (северо–восток Самарской области). Материал происходит из байтуганских слоёв нижнеказанского подъяруса средней перми.

Следы сверлений обнаружены на 9 раковинах *Licharewia rugulata* (рис. 1). Следы сверлений вертикальные, неглубокие, не сужающиеся по мере углубления, довольно крупные.

Одиночные, хорошо оформленные сверления имеют следующие размеры – 1,3; 1,4; 1,5; 2,0 и 2,2 мм. Размеры отверстий, которые были встречены группами, в целом меньше. Они варьируют от 0,4 до 1,6 мм. В подавляющем большинстве случаев сверления представлены круглыми в плане выемками.

По всей видимости, перфорации оставлены хищными гастроподами.

Среди мшанок были выявлены не менее восьми различных морфотипов (рис. 1). Нами наблюдались массивные обрастающие корковые колонии, прикрепляющиеся к субстрату всей нижней поверхностью и повторяющие форму обрастаемого субстрата, реже ветвистые колонии.

В рассматриваемых отложениях присутствуют мшанки *Rectifenestella* sp., *Rhombotrypella* sp. и *Fenestella* sp. У 31,5% экземпляров мшанки были обнаружены на обеих створках на самых различных участках их поверхности.



Рисунок 1. Следы сверлений и эпибионты (мшанки, микроконхиды, гастроподы, продуктиды и проблематики) на раковинах *Licharewia rugulata*. Увеличено.

Общее число колоний на одной раковине может достигать 20. У 18,5% экземпляров мшанки наблюдались только вблизи краёв спинных створок и были ограничены комиссурой. Лишь у четырёх экземпляров были зафиксированы случаи, когда мшанки переходят через комиссуру с одной створки на другую. Обычно расположение мшанок довольно хаотично. Размеры колоний мшанок варьируют от 0,2 мм до 45,0 мм, но обычно составляют 1,0–10,0 мм.

Среди микроконхид нам удалось определить представителей рода *Palaeconchus* Vinn, 2006 (рис. 1). Микроконхиды обнаружены на шести раковинах *Licharewia rugulata*. Всего выявлено 29 экземпляров. Нами *Palaeconchus* обнаружены на трёх брюшных створках и одной спинной створке *Licharewia rugulata*. Кроме того, у двух экземпляров трубки обрастателей были выявлены на обеих створках. В большинстве случаев микроконхиды редки – на одной раковине *Licharewia rugulata* наблюдается один или два *Palaeconchus*. Тем не менее, на двух экземплярах были встречены многочисленные (10–13) микроконхиды. Отмечены лишь спиральные трубки, округлые в плане, или, значительно реже, их фрагменты. Трубки характеризуются скульптурированной наружной поверхностью. На них наблюдаются тончайшие продольные рёбрышки, расположенные примерно через 0,02 мм, а также поперечные, более грубые рёбра, расположенные примерно через 0,2 мм. Размеры наблюдаемых *Palaeconchus* варьируют от 0,3 до 3,0 мм, но обычно составляет около 1,5–2,0 мм в диаметре. Апертура округлой или овальной формы. Максимальный замеренный диаметр трубки в области апертуры составляет 0,7–1,0 мм.

Колпачковидные раковины обрастателей обнаружены на 14 экземплярах *Licharewia rugulata* – на шести брюшных створках и восьми спинных створках (рис. 1). Обычно на одной раковине спирифериды наблюдается только один колпачковидный эпибионт. Всего обнаружено 17 колпачковидных поселенцев. Данные окаменелости были предварительно определены нами как гастроподы *Lepetopsis golowkinskyi* Netschajew, 1894. Размеры их раковин на обеих створках идентичны и варьируют от 2,0

мм до 11,0 мм. Иногда у выявленных форм центральная часть раковины коническая, а боковые участки уплощены.

На спинной створке одного экземпляра *Licharewia rugulata* была обнаружена прикреплённая устрицеподобная двустворка размером 17,0 мм прикреплённая у самого переднего края створки.

На пяти раковинах *Licharewia rugulata* встречены эпибионты, представляющие собой уплощённые субовальные структуры, с характерными тончайшими линиями роста, иногда с немного приподнятыми краями, от которых в разные стороны отходят иглы, прямые или немного изогнутые (рис. 1). В двух случаях они были обнаружены у переднего края, а в двух случаях – в средней части створки. Кроме того, у одного образца они выявлены на арее спирифериды. Размер игл обычно меньше размера поселенцев. Общий размер эпибионтов варьирует от 1,0 до 7,0 мм, но обычно составляет 1,0–1,1 мм. На двух образцах наблюдалось много подобных поселенцев – 11 и 25 экземпляров соответственно, и расположены они очень тесно, иногда касаясь друг друга, или немного перекрывая друг друга. Указанные обрастатели, на наш взгляд, представляют собой следы прикрепления молоди продуктид. Иглы, которые наблюдались у данных эпибионтов, полностью аналогичны иглам тех же продуктид *Aulosteges horrescens*. Кроме того, на вершине брюшной створки многих взрослых раковин *Aulosteges horrescens* наблюдались небольшие, сопоставимые по размеру и по форме с указанными эпибионтами, рубцы прирастания.

На брюшной створке одного экземпляра *Licharewia rugulata* в области макушки удалось обнаружить “суставчатое” прямолинейное образование, состоящее из трёх сегментов (рис. 1). Длина его достигает 4,0 мм. Возможно, этот эпибионт представляет собой начальную стадию роста колонии мшанок. В средней части брюшной створки одного экземпляра *Licharewia rugulata* было встречено ожелезнённое образование длиной 4,0 мм, по всей видимости, представляющее собой ядро полой трубки (рис. 1). Возможно, что данный экземпляр можно отнести к роду *Cornulites* Schlotheim, 1820.

Выводы

Нападение плотоядных гастропод на спириферид происходило при жизни последних. Поселение мшанок на изученных спириферидках в большинстве случаев было прижизненным. Об этом свидетельствует наличие их на почти 80% изученных раковин в непосредственной близости от комиссуры. Обнаружение у четырёх экземпляров непрерывного перехода колонией мшанок через комиссуру свидетельствует о посмертном поселении мшанок. Прикрепление микроконхид в большинстве случаев было прижизненным. В пользу этого свидетельствует расположение многих из них у самого края передней комиссуры. Расположение 71% раковин *Lepetopsis golowkinskyi* у края комиссуры позволяет считать, что они вели не хищный образ жизни, а получали из входящего потока воды часть пищи брахиопод. Доля повреждённых сверлильщиками раковин составляет 0,6% от общего числа изученных спириферид, обросших микроконхидами – 2%, покрытых *Lepetopsis golowkinskyi* – 1%, обросших продуктидами – 0,4%, покрытых устрицами и проблематиками – по 0,1%. Это свидетельствует о редкости использования данными организмами раковин спириферид в качестве пищи или субстрата. Указанные цифры, в свою очередь, могут говорить и об их редкости в палеобиоценозах. В то же время на долю обросших мшанками раковин приходится 36,6% от общего числа изученных брахиопод, что свидетельствует о масштабном процессе использования мшанками их раковин в качестве субстрата. Это, в свою очередь говорит об обилии самих мшанок в палеобиоценозах.

Библиография

1. Азарных А.В., Епифанов В.А., Комаров В.Н. О находках мшанок на раковинах венлокских ринхонеллид *Estonirhynchia estonica* H.Schmidt (Brachiopoda) (остров Сааремаа, Эстония) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 66. С. 36–48.
2. Вайтиева Ю.А., Верба Т.И., Комаров В.Н. О находках следов жизнедеятельности сверлильщиков на раковинах спириферид *Licharewia rugulata* (Kutorga) (Brachiopoda) из байтуганских слоёв (нижнеказанский подъярус) окрестностей села Байтуган (Самарская область) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 70. С. 326–340.
3. Вайтиева Ю.А., Волкова Е.А., Комаров В.Н. О находках эпибионтов на раковинах продуктид *Aulosteges horrescens* (Verneuil) (Brachiopoda) из байтуганских слоёв (нижнеказанский подъярус) окрестностей села Байтуган (Самарская область) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 71. С. 270–282.
4. Верба Т.И., Конов А.П., Комаров В.Н. О находках эпибионтов на раковинах спириферид *Licharewia rugulata* (Kutorga) (Brachiopoda) из байтуганских слоёв (нижнеказанский подъярус) окрестностей села Байтуган (Самарская область) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 71. С. 236–251.
5. Волкова Е.А., Качалина М.Д., Комаров В.Н. О находках мшанок на раковинах продуктид *Aulosteges horrescens* (Verneuil) (Brachiopoda) из байтуганских слоёв (нижнеказанский подъярус) окрестностей села Байтуган (Самарская область) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 70. С. 348–359.
6. Волкова Е.А., Качалина М.Д., Комаров В.Н. О редких находках *Petrocrania gracilis* и *Propatella palmaria* (Craniida, Brachiopoda) на раковинах венлокских ринхонеллид *Estonirhynchia estonica* H. Schmidt (Brachiopoda) (остров Сааремаа, Эстония) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 67. С. 53–67.
7. Волкова Е.А., Качалина М.Д., Комаров В.Н. Первые находки микроконхид на раковинах венлокских ринхонеллид *Estonirhynchia estonica* H. Schmidt (Brachiopoda) (остров Сааремаа, Эстония) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 67. С. 23–36.
8. Волкова Е.А., Качалина М.Д., Комаров В.Н. О находках мшанок на раковинах продуктид *Aulosteges horrescens* (Verneuil) (Brachiopoda) из байтуганских слоёв (нижнеказанский подъярус) окрестностей села Байтуган (Самарская область) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 71. С. 217–229.
9. Измайлова А.А., Головастов Д.А., Вайтиева Ю.А., Павлидис С.Б., Гончарова Е.И., Локтионов А.Д., Комаров В.Н. Девонские эпибионты. М.: ООО “ТИИЦ”, 2021. 82 с.
10. Комаров В.Н., Павлова Ю.Э., Бушманова Ю.Д. Первая находка эпибионтов на раковинах уральских атрипид // Природа. 2022. № 1. С. 60–63.
11. Николаева П.А., Шаров И.А., Комаров В.Н. Первые находки мшанок на раковинах фаменских атиридид *Athyris concentrica* (Buch) (Brachiopoda) (Липецкая область, окрестности города Елец) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 65. С. 6–19.
12. Пинских Ю.С., Плотникова А.А., Комаров В.Н. Первые находки микроконхид на раковинах фаменских атиридид *Athyris concentrica* (Buch) (Brachiopoda) (Липецкая область, окрестности города Елец) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 65. С. 33–46.
13. Ченина Е.А., Лещук С.Э., Комаров В.Н. Об уникальной палеоэкологической находке раковины фаменских атиридид *Athyris concentrica* (Buch) (Brachiopoda) (Липецкая область, окрестности города Елец) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 66. С. 49–59.

Аннотация

Изложены общие данные о геологическом времени и неполноте геологической летописи – ключевых понятиях, необходимых для изучения истории развития Земли. Приведён пример анализа небольшой “каменной книги”.

Ключевые слова

Каменная летопись Земли, геологическое время, неполнота геологической летописи, костистые рыбы, дендриты пирролюзита.

Теория

Историю геологического развития Земли, часто запечатлённую в виде разрезов толщ слоистых горных пород, сравнивают с книгой, удивительные окаменевшие страницы которой созданы самой природой. Важнейшими понятиями, необходимыми для того, чтобы прочитать эту книгу, являются понятие о геологическом времени и понятие о неполноте геологической летописи [1, 6, 7].

Время отражает последовательность и длительность геологических событий. Временные координаты любого природного феномена являются установленными лишь тогда, когда указаны его возраст и продолжительность. Только установив, какое событие произошло раньше, а какое позже, можно восстановить причинно–следственные взаимоотношения между ними и понять закономерности, влияющие на развитие этих событий.

В XVII в. оформились три основные концепции “времени”, которые конкурируют до сегодняшнего дня. Это субстанционная, реляционная и реляционно–генетическая концепции. Первая из них связана с именем И. Ньютона, который в 1687 г. опубликовал “Математические начала натуральной философии”, где впервые было обосновано разграничение абсолютного и относительного времени. Абсолютное время представлялось независимой от чего бы то ни было, равномерно протекающей субстанцией, которая является как бы вместилищем всего сущего. Относительное время рассматривалось лишь как внешняя мера первого (концептуальное время). Ньютоновскому времени присущи определённые свойства: равномерность, однородность, непрерывность и изотропность. Появление концептуального времени как модели абсолютного привело к превращению времени в бесстрастный внешний параметр (“часы”). В XX в. произошла замена субстанционной концепции на реляционную. Эта замена была проведена А. Эйнштейном, который убедительно показал, что время отдельно от событий не существует и представляет собой не что иное, как их последовательность и длительность, то есть смену этапов, состояний направленных процессов. Другая позиция в рамках реляционно–генетической концепции была занята В.И. Вернадским, который рассматривал время не как внешний параметр, а как инвариант любых явлений реального мира. Он показал, что время обладает свойством анизотропности и циклически необратимой структурой. По В.И. Вернадскому, существует неразрывная связь пространства и времени: с течением реального времени меняется и состояние реального пространства.

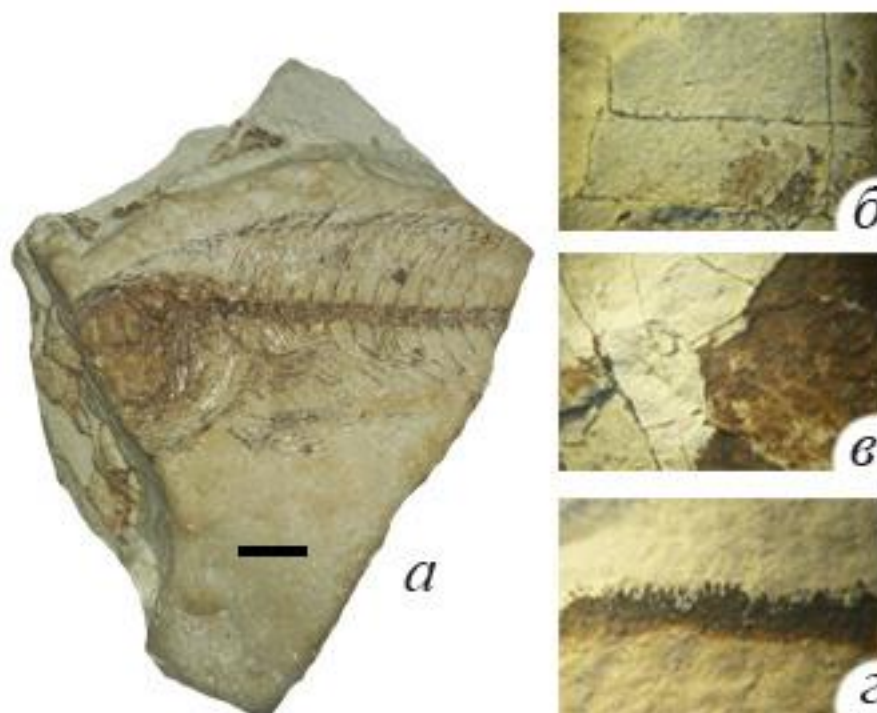


Рисунок 1. Изученный образец: а – фрагмент скелета костистой рыбы, длина масштабной линейки 2 см; б – тонкие трещины, заполненные пиролюзитом; в – участки ожелезнённой глины; г – дендриты пиролюзита. Увеличено.

Дальнейшее развитие этих идей привело к выводу о необходимости различать два взаимно дополняющих понятия категории “время” – динамическое и статическое. Динамическое время является инвариантом процессов, непосредственно воспринимаемых в ощущениях. Статическое время представляет материализованные результаты, а точнее, следы как современных, так и прошлых процессов. Именно последнее – очень важно для геологии. По взаимному расположению в пространстве этих следов можно судить и о самом времени, то есть о том, какое событие происходило раньше, а какое позднее или одновременно.

Относительная геохронология возникла на базе региональных стратиграфических данных. Продолжительность этапов развития отдельных регионов была принята за меру общих геохронологических подразделений, а последовательность этапов составила Международную геохронологическую шкалу, которая и используется в качестве эталонной системы геологического летоисчисления. Путем сопоставления с ней измеряется время других событий. Зарождение и развитие радиологии в XX веке позволило внести в систему летоисчисления реальную основу. Геохронометрия, основанная на теории изотопного времени, использует астрономическую систему летоисчисления, основной единицей которого является год – период обращения Земли вокруг Солнца. Так как основная единица масштаба времени (год) этой системы считается неизменной (“абсолютной”) по своей продолжительности, данная система получила в геологии название “абсолютная”.

Анализируя геологическое время, невозможно не затронуть и проблему его огромности. Как считают ученые, возраст Земли составляет порядка 4,6 миллиардов лет. Возраст самых древних осадочных пород на Земле насчитывает около 4 миллиардов лет. Осознать эту цифру человеку, по понятным причинам привыкшему в своей повседневной жизни к небольшим промежуткам времени, очень трудно. Ч. Дарвин, рассматривая в своей книге “Происхождение видов путем естественного отбора, или

сохранение благоприятствуемых пород в борьбе за жизнь ” проблему геологического времени, в этой связи крайне удачно отметил, что размышления о нем “оставляют в уме такое же впечатление, как и напрасные попытки составить себе ясное представление о вечности” [1, с. 315].

Проблема неполноты геологической летописи была разработана Ч. Дарвином в X главе его книги “Происхождение видов...” [1].

Неполнота геологической летописи имеет два различных аспекта. Первый, подчеркивающий то обстоятельство, что значительная часть геологического времени не документирована породами и приходится на перерывы, может быть обозначен как положение о неполноте стратиграфической летописи. Вторым аспектом является неадекватность палеонтологической летописи, свидетельствующая, что окаменелости, заключённые в горных породах представляют собой лишь незначительный процент форм, населявших Землю в прошлом. Примеров сокращения неполноты палеонтологической летописи очень много [3–5, 7, 8].

Детальные исследования последних десятилетий показали, что исходные посмертные остатки организмов на всех этапах тафономического цикла подвергаются постоянному, длительному и часто ураганному по разрушительной силе воздействию всевозможных факторов – механических, биологических, биохимических, химических и многих других. Результатом этого является полное уничтожение большинства остатков, сопровождающееся изменением первичного химического и минерального составов скелетов, избирательным отбором не только целых остатков организмов, но и их частей, кардинальным искажением всех количественных и качественных соотношений в сохранившихся фрагментах палеосообществ. В результате в каждом местонахождении мы встречаемся с составом ископаемой фауны, отражающим не столько истинную биоту данного региона и данного времени, сколько процессы, создавшие местонахождение.

Нами в качестве примера небольшой “каменной книги” был изучен образец глины длиной 14 см и толщиной около 6 см из учебной коллекции кафедры палеонтологии и региональной геологии МГРИ, который был аккуратно разделён на несколько “каменных страниц” [2]. В результате проведённого исследования удалось установить, что порода серого и желтовато-серого цвета, непрочная, плотная, непластичная в сухом состоянии, с пелитовой структурой, с тонкой горизонтальной слоистостью и с плитчатой отдельностью. Во многих местах порода ожелезнена и в этом случае приобретает вторичный коричневатый цвет (рис. 1).

На одной из “страниц” нами был обнаружен скелет рыбы длиной 9 см (рис. 1). Определить данную окаменелость мы смогли предварительно как *Teleostei indet.* Следует отметить, что остатки костистых рыб палеонтологи находят часто и используют их для решения самых разных задач [9].

Найденный ископаемый остаток представлен почти полностью сохранившейся головой и осевым скелетом передней части туловищного отдела, образованным многочисленными костными позвонками. Тела позвонков амфицельные – и спереди и сзади они вогнутые. Хорошо сохранились лучи грудного и брюшного плавников, рёбра, остистые отростки.

Изученная порода очень тонко трещиновата (рис. 1). Образование этих трещин связано с внутренними напряжениями в массе вещества – сжатием, возникающим во время диагенеза – превращения осадка в породу. Трещины залечены окислами и гидроокислами железа и марганца, которые образуются в окислительной среде при высоких положительных значениях Eh. Во многих местах удалось наблюдать отчётливые дендриты пирролюзита – очень интересные природные образования, которые часто встречают геологи [10].

Обнаруженные дендриты (рис. 1) двухмерные, плоские, представлены непрозрачным пиролюзитом серо–стального или практически чёрного цвета. Размер дендритов варьирует от 0,2 мм до 2,5 мм. Преобладания дендритов какого–то определённого размера не установлено. Форма дендритов от изометричной до вытянутой в длину. Во многих случаях отчётливо видно, что дендриты тяготеют к трещинкам.

Выводы

Изученный нами образец, по всей видимости, имеет озёрное происхождение и сформировался в гидродинамически очень спокойных условиях. Относительный возраст образца определить сложно, так как, к сожалению, неизвестна его точная привязка. Не вызывает сомнений, что он кайнозойский.

Проведённый анализ показал возможность изучения истории геологического развития Земли, запечатлённой в небольшом образце слоистых осадочных горных пород.

Библиография

1. Дарвин Ч. Происхождение видов. М.–Л.: Гос. изд–во сельхоз. литературы, 1952. 483 с.
2. Дуткина Т.Е., Абросименкова К.И., Комаров В.Н. Каменная летопись Земли – философские, методологические и просветительские аспекты // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 55. С. 65–79.
3. Дуткина Т.Е., Горячев И.А., Комаров В.Н. Русловые отложения природно–исторического парка “Битцевский лес” – уникальный геологический объект. Статья I. Общие сведения и горные породы // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 58. С. 13–28.
4. Дуткина Т.Е., Горячев И.А., Комаров В.Н. Русловые отложения природно–исторического парка “Битцевский лес” – уникальный геологический объект. Статья II. Минералы // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 59. С. 24–36.
5. Дуткина Т.Е., Горячев И.А., Комаров В.Н. Русловые отложения природно–исторического парка “Битцевский лес” – уникальный геологический объект. Статья III. Окаменелости и археологические достопримечательности // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 59. С. 42–56.
6. Комаров В.Н. О неполноте геологической летописи. Статья 1. Взгляды Чарльза Дарвина и современность // Известия вузов. Геология и разведка. 2010. № 3. С. 3–9.
7. 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.
8. Комаров В.Н., Дуткина Т.Е., Горячев И.А. Битцевский лес – уникальный геологический памятник // Природа. 2022. № 10. С. 49–56.
9. Красовская Б.П., Самохвалов С.А., Комаров В.Н. Новые данные о находках костистых рыб (Teleostei) в верхнемеловых отложениях Горного Крыма // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 52. С. 864–869.
10. Умраева М.И., Поваркова П.В., Комаров В.Н. Первая находка дендритов окислов марганца на раковинах *Karpinskia conjugula* Tschernyschew, 1885 (Atrypida, Brachiopoda) из пражского яруса восточного склона Северного Урала // Инновации. Наука. Образование. 2021. № 48. С. 2048–2057.

*О перспективах газоносности Лебяжьевского района Курганской области.
Леонтьев Д.С.* (ФГБОУ ВО ТИУ, leontevds@tyuiu.ru), Арсеньев А.А. (ФГБОУ ВО
ТИУ, arsenevaa@tyuiu.ru)*

Аннотация

На сегодняшний день вопрос о перспективах нефтегазоносности Курганской области до сих пор является открытым. Одни утверждают, что земли Курганского Зауралья бесперспективны, в виду того, что юрско-меловой осадочно-породный комплекс в разрезе данного региона выражен слабо. Другие же убеждены в том, что недра области содержат углеводороды, но для открытия месторождений необходимо четко обосновать направления поисковых работ, при этом основной упор акцентировать на палеозой.

В настоящей статье хотелось бы привести некоторые факты, которые заставляют задуматься о перспективах газоносности Лебяжьевского района Курганской области.

Ключевые слова

Курганская область, Лебяжьевский район, газопроявления, бурение скважин

Источники финансирования

Статья подготовлена в рамках выполнения гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук (Конкурс - МК-2022). НОМЕР ГРАНТА: МК-1016.2022.1.5. Тема: Геохимические исследования почвы и воды с применением современного научно-лабораторного оборудования с целью разработки рационального и эффективного комплекса прямых методов поиска нефтяных и газовых месторождений на территории Курганской области.

Теория

Как уже неоднократно отмечалось авторами в предыдущим работах [1-6] Курганская область является связующим звеном между югом Тюменской области и республикой Казахстан.

К настоящему времени на территории Курганской области нет открытых нефтяных и газовых месторождений, но это вовсе не говорит о том, что их там нет.

Основной причиной сложившейся ситуации является то, что изученность данного района Зауралья на углеводородное сырье как геологическая, так и геофизическая, до настоящего времени до сих пор находится на крайне низком уровне.

А ведь поисковые работы на нефть и газ в Курганской области проводились еще с 30-х годов прошлого столетия, но после открытия и начала освоения крупных и уникальных месторождений Западной Сибири интенсивность их резко сократилась. Однако, анализ имеющихся результатов проведенных за эти десятилетия геологоразведочных работ, указывает на весьма большие перспективы обнаружения здесь залежей углеводородов. В первую очередь, об этом свидетельствуют

многочисленные нефтегазопроявления, зафиксированные как на земной поверхности, так и при лабораторных исследованиях керна пробуренных скважин.

Особый интерес вызывают нефтяные и газовые проявления, связанные с доюрским комплексом пород.

Что касается поисково-разведочных работ на исследуемой территории, то первые упоминания относятся еще к 1954 г., когда трестом «Тюменьнефтегеология» был разбурен профиль колонковых скважин по линии Красный Октябрь – Лебяжье и проведено структурно-поисковое бурение на Курганской площади. По этому профилю был установлен очень пологий наклон морских третичных отложений в восточном направлении.

С начала 70-х годов прошлого века геолого-поисковые работы на территории Курганской области проводило Новосибирское геологическое управление. В этот период на территории области были пробурены такие структурно-поисковые скважины Лебяжьевская-1, параметрические Сухменьская-1, Дуванкульская-5 и др. скважины, которые в комплексе с профильной и площадной сейсморазведкой позволили подготовить для глубокого бурения несколько локальных структур.

В сезон 1976-1977 гг. С/П 20-22/76 Центральной комплексной геофизической экспедицией НТГУ были проведены маршрутные работы по КМПВ, площадные и маршрутные съемки масштаба 1 : 50 000 методом МП МОВ по методике 12-ти кратного профилирования. Прослежены преломляющие границы Ппр и Vгр по Ппр, сейсмические разрезы по профилям МП МОВ. Изучено строение доюрских отложений по профилю Лебяжье-Петухово. По результатам работ на Лебяжьевской площади была построена схема по отражающему горизонту «Г».

В начале 80-х гг. прошлого века на территории районов пп. Варгаши и Лебяжье специализированной Зеленогорской экспедицией было пробурено 44 колонковых скважины с целью выявления и прослеживания палеоэрозионных врезов, перспективных в отношении ураноносности. Впоследствии чего были выявлены промышленные залежи радиоактивного сырья, часть из которых в настоящее время эксплуатируется.

В 1978 году также силами ПГО «Новосибирскгеология» была пробурена скважина Лебяжьевская № 2 с задачей поисков флюидосодержащих горизонтов с глубиной забоя 1450 м (рисунок 1). Скважиной были пройдены кайнозойско-мезозойские отложения и вскрыты образования палеозоя, представленные известняками и песчано-алевролитовыми отложениями девон-карбонового возраста.



Рисунок 1. Схема расположения скважины Лебяжьевская № 2 (из дела скважины – слева, современная карта – справа)

При проведении работ по снижению уровня в кондукторе D-219 мм до глубины 324 м получен приток пластовой воды с газом дебитом 3,23 м³/сут с газовым фактором 0,21 м³/т. Газ горючий, отобрано две пробы. По составу проба № 1: CH₄ – 26,48 %, O₂ – 7,2 %, CO₂ – 0,72 %, N₂ и редкие – 65,6 %. Проба № 2: CH₄ – 40,28 %, O₂ – нет, CO₂ – 1,1 %, N₂ и редкие – 58,62 %.

В процессе бурения ствола скважины, при прохождении интервала 678-685 м происходило интенсивное разгазирование глинистого бурового раствора, его плотность падала с 1,16 до 1,06 г/см³, а вязкость увеличивалась с 30 до 45 сек. Кроме того было отмечено резкое увеличение проходки.

В 1984 г. силами ПГО «Иртышской нефтеразведочной экспедицией» в Варгашином районе была пробурена структурно-поисковая скважина Дубровненская № 1 вблизи озера Иванково (рисунок 2), рядом с Лебяжьевским районом.



Рисунок 2. Схема расположения скважины Дубровненская № 1 (из дела скважины)

В этой скважине на глубине 700 м были вскрыты бурые полимиктовые гравелиты, на глубине 819 м – серые гравелитистые песчаники с запахом газа.

В интервале 565-585 м был получен приток пластовой воды с растворенным горючим газом дебитом 0,8 м³/сут, газовый фактор составлял 0,6.

В результате испытания при Ндин- 50 м получен приток пластовой воды дебитом 1 м³/сут. Отобраны пробы воды.

Второй интервал 565,0-585,0 м в обсаженном стволе (кровля палеозойских отложений). В результате испытания при Ндин-100 м получен приток пластовой воды с газом дебитом 0,8 м³/сут, газовый фактор 0,6 м³/м³. Отобраны пробы воды и газа.

Скважина ликвидирована в сентябре 1984 года.

Выводы

Нефтегазопроисковые работы в Курганской области проводились с 30-х годов прошлого столетия, но их интенсивность резко сократилась после открытия и начала освоения Западной Сибири в связи с явно более низкой плотностью углеводородных ресурсов. Однако, анализ результатов проведенных за эти десятилетия

геологоразведочных работ, указывает на весьма определенные перспективы обнаружения здесь залежей углеводородов, чья промышленная разработка могла бы быть рентабельна, если не в федеральном, то, хотя бы в региональном масштабе. В первую очередь об этом свидетельствуют многочисленные нефтепроявления, зафиксированные как при поверхностных геохимических съемках, так и при исследованиях керна глубоководнопогруженных пород. Особый интерес при этом вызывают нефтяные и газовые проявления, связанные с доюрскими отложениями, так как юрско-меловой осадочно-породный комплекс в разрезе данного региона выражен слабо, и его перспективы большинством специалистов оцениваются крайне низко.

Приведенные в статье факты заставляют задуматься о перспективах нефтегазоносности южной части Курганской области. Наиболее интересный район для начала планирования геологоразведочных работ является Лебяжьевский район.

Библиография

1. Нефть и газ Курганской области. Арсеньев А. А., Леонтьев Д. С., Заватский М. Д., Салтыков В. В. Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2021. № 2. С. 9-24.

2. Нефтегазопрооявления глубоких скважин Курганской области. Арсеньев А.А., Мулявин С.Ф. Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2019. № 2. С. 7-16.

3. Анализ и перспективы поисково-разведочных работ на нефть и газ в Курганской области: монография / А.А. Арсеньев [и др.] / Под редакцией члена-корреспондента РАН А.Р. Курчикова. – Тюмень: ТИУ, 2019 г.

4. Арсеньев, А.А. Нефтегазоносность Курганской области, перспективы и факты / А.А. Арсеньев, Д.С. Леонтьев, В.В. Салтыков // Актуальные проблемы науки и техники - 2019: сб. статей и докладов на XII междунар. науч. - практ. конф. – Уфа: Изд. УГНТУ, 2019. - С 77-79.

5. Арсеньев, А.А. История изучения юга Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции и Зауралья / А.А. Арсеньев, С.Ф. Мулявин // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2020. - №1. - С 8-18.

6. Нефть и газ курганского Зауралья : прошлое, настоящее и будущее. Александров В.М., Арсеньев А.А., Закиров Н.Н., Мулявин С.Ф., Леонтьев Д.С., Солодовников А.Ю. Монография / Тюмень, 2021.

7. Дело Дубровненской структурно-поисковой скважины № 1, 1984 г.

8. Дело скважины № 2 Лебяжьевской площади, 1978 г.

*Корреляция голоценовых отложений Норвежского моря по данным бентосных фораминифер. Лозинская Л.А. * (Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва, voda11@yandex.ru), Матуль А.Г. (Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва, amatul@mail.ru), Новичкова Е.А. (Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва, enovichkova@mail.ru), Чеховская*

Аннотация

Бентосные фораминиферы являются одной из самых распространенных и чувствительных групп одноклеточных организмов, обитающих в современных океанах и морях. Они резко реагируют на изменения условий и обстановок в поверхностном и донном слое бассейна. Поэтому их часто используют в качестве индикатора современного экологического состояния окружающей среды, а также для исследований четвертичной палеоэкологии, биостратиграфии и палеоокеанологии.

Данная работа представляет восстановление этапов развития и корреляцию четвертичных донных осадков Норвежского моря на основе данных бентосных фораминифер. По большей части осадочные разрезы колонок представлены голоценовым периодом, однако захватывают некоторую часть позднеплейстоценового времени. Не все исследуемые колонки обладают возрастом радиоуглеродного датирования, поэтому для сравнения отложений использованы данные численности бентосных фораминифер и процентного содержания в пробах доминирующих видов *Epistominella exigua* (Brady, 1884), *Oridorsalis umbonatus* (Reuss, 1851) и *Cibicidoides wuellerstorfi* (Schwager, 1866).

Ключевые слова

Бентосные фораминиферы, Норвежское море, Северная Атлантика, микропалеонтология

Источники финансирования

Подготовка, обработка проб и микропалеонтологический анализ выполнен по проекту РНФ № 21-17-00235 при дополнительной поддержке в рамках Государственного задания ИО РАН по тема № 0149-2019-0007 (проведение экспедиций). Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-35-90093.

Теория

Материал для исследования представлен 5 глубоководными разрезами, отобранных с помощью дночерпателя (ДЧ), мультикорера (МК) и ударной трубы большого диаметра (ТБД). Колонки вскрыты на станциях в нескольких российских экспедициях, организованных Институтом Океанологии им. П.П. Ширшова, РАН: АМК-5188 (69°02.67' с.ш. 02°06.59' з.д.; глубина 3206 м) в 62-ом рейсе НИС «Академик Мстислав Келдыш» 2015 г; АМК-5524 (71°51.302' с.ш. 12°7.195' в.д; глубина 1992 м) и АМК-5536 (73°34.878' с.ш. 7°52.579' в.д; глубина 2207 м) в 68-ом рейсе НИС «Академик Мстислав Келдыш» 2017 г; АМК-6142 (69°02.674' с.ш. 02°06.611' з.д; глубина 3181 м) и АМК-6150 (74° 46.813' с.ш. 08° 26.052' з.д; глубина 3013 м) в 75-ом рейсе НИС «Академик Мстислав Келдыш» 2019 г (Клювиткин и др, 2019; Клювиткин и др, 2020). Станции расположены в юго-западной части абиссальной равнины Лофотенской котловины (АМК-5188 ТБД и АМК-6142 МК), у северо-западного подножия континентального склона Баренцева моря (АМК-5524 МК), на восточном

склоне срединно-океанических хребта Мона (АМК-5536 ДЧ) и хребта Книповича (АМК-6150) (рис. 1)

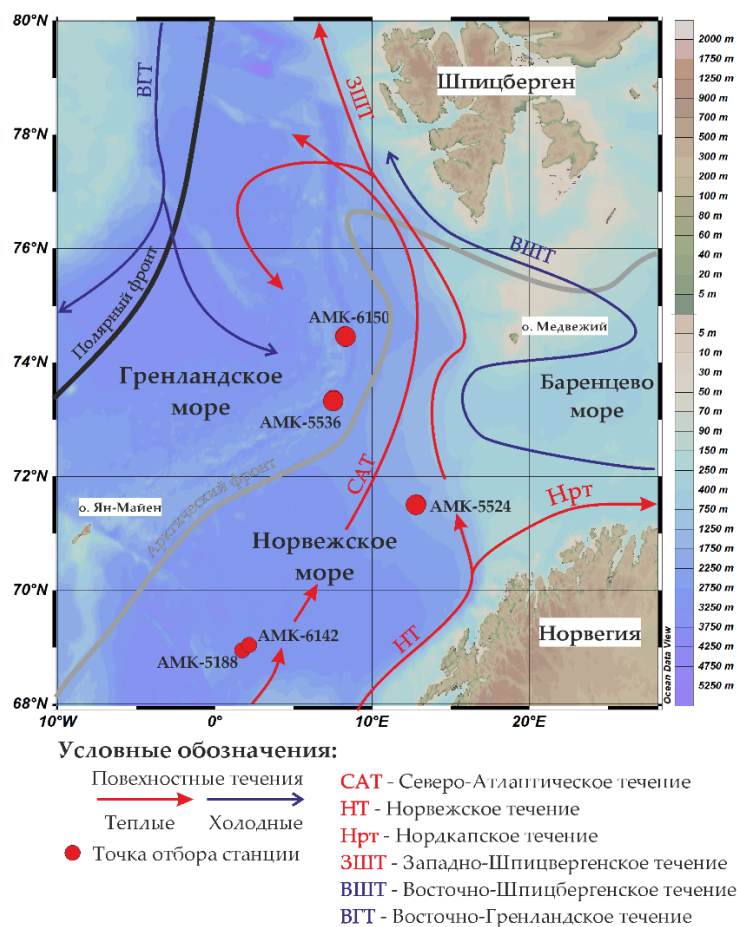


Рисунок 1. Карта Норвежско-Гренландского бассейна, показывающая основные направления поверхностных течений, распределение водных масс и расположения исследуемых колонок на станциях (Vauch et al, 2001; Klitgaard-Kristensen et al, 2002; Hoff et al, 2016).

Для микропалеонтологического анализа было проанализировано 142 образца донных осадков. Пробы донных отложений сначала подвергнуты заморозке и сушке в лиофильной машине. Далее сухой непромытый осадок взвешивали и промывали в сите >63 мкм с дистиллированной водой. После сухой промытый осадок помещали на стеклянную пластину и идентифицировали биогенные и известковые зерна под стереомикроскопом Nikon SMZ800N с увеличением 80х. Для качественного анализа бентосных фораминифер в каждой пробе насчитывали не менее 150–300 раковин и минеральных обломков (Fatela, Taborada, 2002). Видовое определение четвертичных фораминифер проводилось по работам, которые описывают живых современных и четвертичных фораминифер, обитающих в Норвежско-Гренландском бассейне (Loeblich, Tarran, 1953; Holbourn et al., 2013)

Колонки АМК-5188 ТБД и АМК-6142 МК обладают 13 датировками абсолютного возраста, выполненных радиоуглеродным ускорительным методом (AMS¹⁴C). Для анализа отбирались более 2000 раковин планктонного вида фораминифер *Neogloboquadrina pachyderma* (Ehrenberg, 1861). Далее абсолютный возраст пересчитан в календарный и по методу линейной интерполяции и экстраполяции рассчитана возрастная модель (Stuiver, Reimer, 1993). По данным радиоуглеродного датирования

нижние слои колонки АМК-6142 МК сформировались за 6,6 тыс. лет, а колонки АМК-5188 ТБД – 23 тыс. лет.

На рис. 2 продемонстрировано сравнение и корреляция разрезов параметров численности и процентного содержания доминирующих видов *Epistominella exigua*, *Oridorsalis umbonatus* и *Cibicoides wuellerstorfi*. Численность бентосных фораминифер колеблется от единичных раковин до 3000 экземпляров/г сухого непромытого осадка (экз./г. сух. осадка).

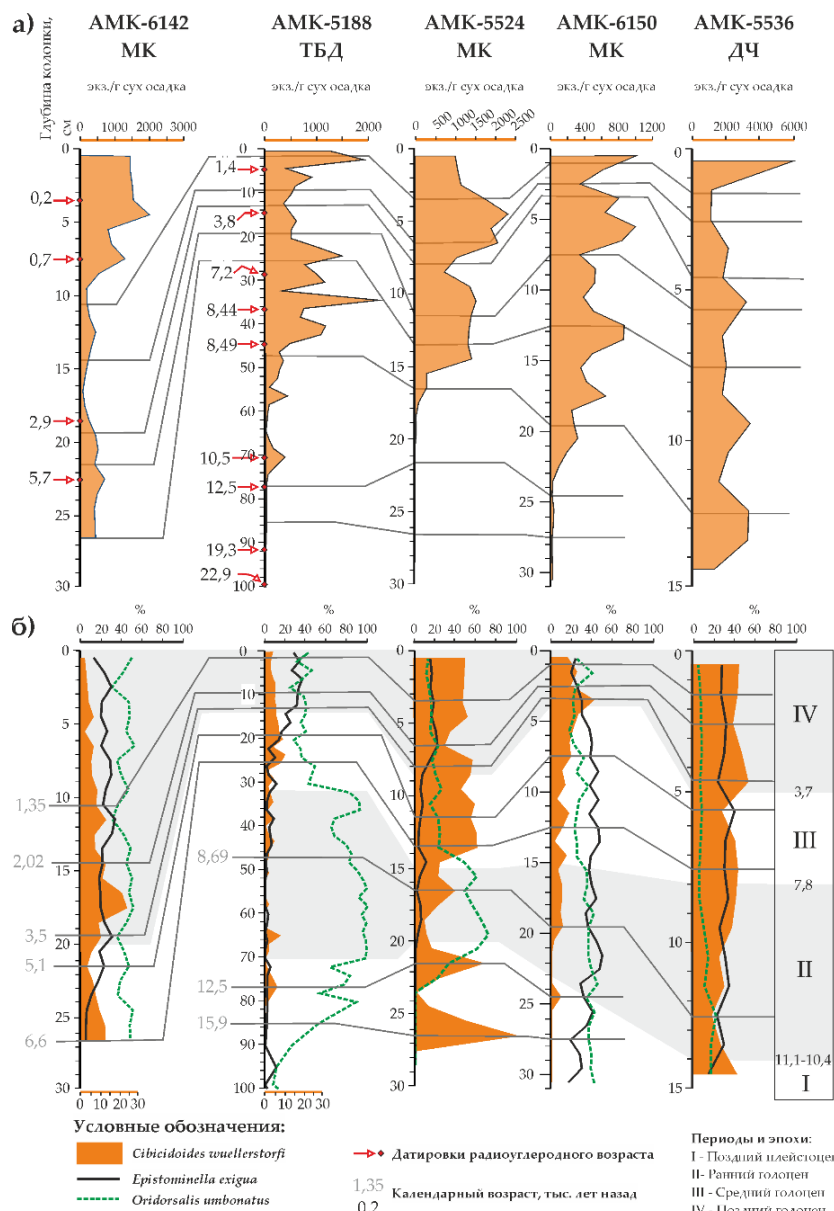


Рисунок 2. Результаты микропалеонтологического анализа бентосных фораминифер в исследуемых колонках Норвежского моря: а) Численность бентосных фораминифер; б) Доминирующие виды бентосных фораминифер.

Выводы

Таким образом, сделана первичная микропалеонтологическая характеристика и корреляция 5 разрезов колонок, отобранных из разных областей Норвежского моря. Благодаря возрасту радиоуглеродного датирования и микропалеонтологическому

анализу удалось сопоставить осадочные толщи, предположить возраст недатированных колонок, а также выделить границы и этапы развития плейстоцен-голоценового времени.

Благодарности

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

Библиография

1. Клювиткин А.А., Гладышев С.В., Кравчишина М.Д., Новигатский А.Н., Ерошенко Д.В., Лохов А.С., Коченкова А.И. Геологические и гидрологические исследования в Северной Атлантике в 2017 г. на разрезе по 59°30' с.ш. (68-й рейс научно-исследовательского судна «Академик Мстислав Келдыш»). *Океанология*. 2019. Т. 59. № 1. С. 177-180.
2. Клювиткин А.А., Кравчишина М.Д., Немировская И.А. и др. Исследование седиментосистем Европейской Арктики в 75-м рейсе научно-исследовательского судна «Академик Мстислав Келдыш». *Океанология*. 2020. Т. 60. № 63. С. 421–423
3. Bauch, H. A., Erlenkeuser, H., Helmke, J. P., Struck, U. A paleoclimatic evaluation of marine oxygen isotope stage 11 in the high-northern Atlantic (Nordic seas) // *Global and Planetary Change*. 2000. V. 24. №1. P. 27-39.
4. Fatela F., Taborda R. Confidence limits of species proportions in microfossil assemblages. *Marine Micropaleontology*. 2002. V. 45 № 2. P. 169-174.
5. Hoff U., Rasmussen T.L, Stein R., Ezat M.M., Fahl K. Sea ice and millennial-scale climate variability in the Nordic seas 90 kyr ago to present. *Nature Communications*. 2016. V. 7. P. 1-10.
6. Holbourn A., Henderson A., MacLeod N. Atlas of benthic Foraminifera. Wiley-Blackwell. UK. 2013. 654 pp.
7. Klitgaard-Kristensen D., Sejrup H.P., Hafliðason H. Distribution of recent calcareous benthic foraminifera in the northern North Sea and relation to the environment // *Polar Research*. 2002. V. 21. № 2. P. 275-282.
8. Loeblich A.R. and Tappan Helen Niña. Studies of Arctic foraminifera. *Smithsonian Miscellaneous Collections*. 1953. V.121. N.7. P. 1–150.
9. Stuiver M., Reimer P.J. CALIB rev. 8. *Radiocarbon*. 1993. V. 35. P. 215-230.

Склерактинии Smilotrochus excavatus (Hagenov) из нижнего маастрихта Горного Крыма. Малахов К.Е. (МГРИ-РГГПУ, kunior15@gmail.ru), Комаров В.С. (МГРИ-РГГПУ, vitalya505komarik_99@mail.com)*

Аннотация

Приведены новые данные о находках склерактиний *Smilotrochus excavatus* (Hagenov, 1839) в отложениях нижнего маастрихта Горного Крыма. Разрез маастрихтского яруса на горе Беш–Кош представляет пример происходившей в течение кампанского и маастрихтского веков регрессии моря с закономерной сменой обстановок от открыто–морских в начале маастрихта до прибрежных в конце маастрихта. Это подтверждается вещественным составом пород, комплексами различных ископаемых организмов, а также ихнологическими данными.

Ключевые слова

Склерактинии, *Smilotrochus excavatus* (Hagenov, 1839), фораминиферы, нижний маастрихт, Горный Крым.

Теория

В маастрихте Горного Крыма склерактинии встречаются довольно редко. Из отложений данного возраста указываются представители *Smilotrochus* sp. [5]. В маастрихте на горе Беш–Кош зафиксирован вид *Smilotrochus excavatus* (Hagenov, 1839) [1, 6, 7]. В нижнем маастрихте отмечены находки *Parasmilia biseriata* (Forchhammer et Steebstrup, 1850) [1, 3, 7] и *Desmophyllum laxum* (Edw. et Haime) [1].

Авторами была изучена коллекция маастрихтских склерактиний, собранная за много лет студентами и преподавателями МГРИ в ходе проведения учебной геологической практики в Крыму [4]. Коллекция включает 13 экземпляров. Все они были обнаружены в коренном залегании на южном склоне горы Беш–Кош. Следует отметить, что это один из наиболее полных и мощных разрезов терминального кампана и маастрихта Горного Крыма. Сочетание состава пород и рельефа позволило в указанном разрезе выделить пять литологических пачек, прослеживаемых и в других местах данного региона [1, 9]. Эти пачки были отнесены к верхнему кампану (пачка XIX), нижнему маастрихту (пачки XX–XXI) и верхнему маастрихту (XXII–XXIII) по комплексам макрофаунистических остатков (аммониты, белемниты, двустворки), а также фораминифер. В [9] пачка XX была разделена на три подпачки. Судя по всему, все предыдущие, указанные в литературе, находки маастрихтских склерактиний приурочены к пачкам XX–XXI [1, 3]. Все проанализированные нами склерактинии были обнаружены в подпачке XXb. Она представлена светло–серыми и желтоватыми алевритистыми биотурбированными глинистыми известняками с единичными пятнами окремнения. В шлифах это фораминиферовые вакстоуны с фрагментами иглокожих, спикулами губок и неопределимыми биокластами [2]. Планктонные фораминиферы доминируют над бентосными, часть из них окремнена. Количество алевритовой примеси кварца (~1–5%), присутствующей в шлифах, возрастает вверх по разрезу. Встречаются немногочисленные зерна глауконита алевритовой размерности и мелкий фитодетрит. Подпачка образует крутой задернованный склон с небольшими обрывами,

экспонированными вдоль крупной промоины. Мощность подпачки составляет 17,5 м [2]. Подпачка XXb относится к белемнитовой зоне *Belemnella lanceolata* [3] и фораминиферовой зоне *Brotzenella complanata* [9]. Все исследованные нами склерактинии были определены как *Smilotrochus excavatus* (Hagenov, 1839).

К роду *Smilotrochus* относятся одиночные кораллиты клинообразной формы без следов прирастания. Стенка без эпитеки, с простыми рёбрами, различимыми с основания. Септы немного выступающие, с тонкой грануляцией, соприкасающиеся внутренними концами. Столбик отсутствует.

Отряд Scleractinia

Подотряд Caryophyllina Vaughan et Wells, 1943

Семейство Desmophyllidae Vaughan et Wells, 1943

Род *Smilotrochus* Edwards et Haime, 1851

Smilotrochus excavatus (Hagenov, 1839)

Coelosmilia excavata: Nielsen, 1922, с. 222, табл. II, фиг. 21–28; табл. III, фиг. 8 а–б.

Smilotrochus excavatus: Кузьмичева, 1982, с. 24, табл. I, фиг. 5 а–б; 1987, табл. XIII, фиг. 2–4.

Г о л о т и п. Место хранения неизвестно. Лектотип изображен у К. Нильсена [10, табл. III, фиг. 8 б]. Дания, утесы Стефанс и Моенс (Stevens, Moens Clift); маастрихт, зона *Scaphites constrictus*.

О п и с а н и е (рис. 1). Одиночные коническо–цилиндрические кораллиты высотой 14,0–34,0 мм. Наиболее часто встречаются экземпляры, имеющие высоту 20,0–24,0 мм. Диаметр кубка достигает 13,0–18,0 мм. Поперечное сечение на ранних стадиях роста (при диаметре примерно 8,0–10,0 мм) округлое, а на взрослых стадиях эллипсоидальное. Чашка глубокая, воронковидная, апикальный угол в основании около 40–45°.

Септокости прямые, достаточно тонкие, состоящие из простых трабекул, расположенных в виде веерообразных струек. При диаметре кораллитов 1 мм присутствуют шесть септокоств, одинаковых по величине, ровных, иногда слабоискривлённых и разновеликих, но и в том и в другом случае толстых за счет стереоплазмы. При диаметре кубка около 1,5 мм протосепты удлиняются и выравниваются, появляются шесть септокоств второго порядка. На последующих стадиях онтогенеза происходит увеличение количества септокоств и их постепенное утонение. На взрослой стадии количество септокоств достигает порядка 56–60. Септокости первых трёх порядков ровные или слабо волнисто изогнутые вдоль всей плоскости. Их костальные участки нерезко выступают на поверхности кораллитов и покрыты мелкими гранулами. Боковые поверхности несут мелкие гранулы, ориентированные параллельно почти ровному дистальному краю. Внутренние края септокоств резко волнисто изогнутые, соприкасаются в осевой зоне, однако столбик не образуют. По размерам септокости двух первых порядков практически неотличимы. Септокости третьего порядка немного короче септокоств первых двух порядков, а септокости четвертого порядка составляют 3/4 длины предшествующего порядка. Септокости пятого порядка рудиментарные и развиты не повсеместно. Диссепименты отсутствуют. Стенка – септотека.

З а м е ч а н и я. Согласно К. Нильсену [10, с. 222], автор данного вида дал ему лишь наименование, но не привел описания и изображения.

С р а в н е н и е. От *Smilotrochus ponderosus* Forchh. et Steenstr. [10, с. 223, табл. IV, фиг. 1–2] из сенона Дании описываемый вид отличается меньшим количеством

септокост и менее слабым утолщением осевых краёв септ на ранних стадиях онтогенеза.

Р а с п р о с т р а н е н и е. Маастрихт (зона *Scaphites constrictus*) Дании; маастрихт Донбасса, Горного Крыма, Северного Кавказа, Мангышлака и Прикаспийской впадины.

М а т е р и а л. 13 экземпляров. Юго–Западный Крым, восточная часть Бахчисарайского района, южный склон горы Беш–Кош; верхний мел, нижний маастрихт, подпачка XXb.



Рисунок 1. Склерактинии *Smilotrochus excavatus* (Hagenov, 1839); Юго–Западный Крым, восточная часть Бахчисарайского района, южный склон горы Беш–Кош; верхний мел, нижний маастрихт, подпачка XXb. Длина масштабной линейки 2 см.

Выводы

Разрез маастрихтского яруса на горе Беш–Кош представляет пример происходившей в течение кампанского и маастрихтского веков регрессии моря с закономерной сменой обстановок от открыто–морских (внешний шельф) в начале маастрихта до прибрежных (предфронтальная зона пляжа) в конце маастрихта, завершившейся, вероятно, кратковременным осушением бассейна на рубеже мелового периода и палеогена. Это подтверждается вещественным составом пород (в частности, изменением количества и размера обломочной составляющей), комплексами различных ископаемых организмов, а также ихнологическими данными [1, 2, 8, 9]. Подпачка XXb, в отложениях которой и были собраны все склерактинии, формировалась в открыто–морских (внешний шельф) условиях. Водную массу морского бассейна можно охарактеризовать как умеренно теплую, типичную для бассейнов Европейской палеогеографической области. Результаты изотопных анализов и анализ комплексов ископаемых остатков позволяют оценить температуру

воды во время формирования пород подпачки XXb от +14,6°C [3] до +18–19°C [2]. Изучение комплексов фораминифер показало, что во время формирования подпачки XXb происходило циклическое изменение солёности [3]. Прослой с цибицидесами и боливинами формировались в ходе относительных трансгрессий в условиях нормальной солёности, а прослой с текстуряриями образовывались в процессе регрессий в условиях пониженной солёности. В подпачке XXb встречаются двустворчатые моллюски *Pecten* и *Pholadomya*, сосуществовавшие вместе в диапазоне глубины порядка 10–50 м. В тоже время циклическое распределение в разрезе фораминифер свидетельствует о небольших изменениях палеоглубины: слои с цибицидесово–булиминовым комплексом указывают на относительно менее глубоководную обстановку, а булиминовые слои свидетельствуют об относительно более глубоководных условиях [3].

Библиография

1. Алексеев А.С. Верхний мел // Геологическое строение Качинского поднятия Горного Крыма. Стратиграфия мезозоя. М.: Изд-во МГУ. 1989. С. 123–135.
2. Барабошкин Е.Ю., Гужиков А.Ю., Александрова Г.Н., Фомин В.А., Покровский Б.Г., Грищенко В.А., Маникин А.Г., Наумов Е.В. Новые седиментологические, магнитостратиграфические и биостратиграфические данные по разрезу кампана–маастрихта горы Беш–Кош, Юго–Западный Крым // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2020. Том 28, № 6. С. 125–170.
3. Габдуллин Р.Р., Самарин Е.Н., Иванов А.В., Бадулина Н.В., Афонин М.А., Игтисамов Д.В., Фомин Е.Ю., Юрченко А.Ю. Литолого–геохимическая и палеоэкологическая характеристика условий осадконакопления в Горном Крыму в маастрихтском веке // Вестн. Моск. Ун-та. Сер. 4. Геология. 2015. № 2. С. 39–56.
4. Комаров В.С., Малахов К.Е., Комаров В.Н. Новые данные о склерактиниях *Smilotrochus excavatus* (Hagenov, 1839) (*Desmophyllidae*, *Caryophyllina*) из нижнего маастрихта Горного Крыма // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 53. С. 126–132.
5. Кравцов А.Г., Келль С.А., Кликушин В.Г. Фауна меловых отложений Горного Крыма. Практикум. Л.: Изд-во ЛГИ, 1983, 117 с.
6. Кузьмичева Е.И. Меловые и палеогеновые кораллы Украины // Вестн. МГУ. Сер. 4, Геология. 1985. № 1. С. 34–39.
7. Кузьмичева Е.И. Верхнемеловые и палеогеновые кораллы СССР. М.: Наука, 1987. 220 с.
8. Никишин А.М., Алексеев А.С., Барабошкин Е.Ю., Болотов С.Н., Копаевич Л.Ф., Никитин М.Ю., Панов Д.И., Фокин П.А., Габдуллин Р.Р., Гаврилов Ю.О. Геологическая история Бахчисарайского района Крыма (учебное пособие по Крымской практике). М.: Изд-во МГУ. 2006. 60 с.
9. Alekseev A.S., Kopaevich L.F. Foraminiferal Biostratigraphy of the uppermost Campanian–Maastrichtian in SW Crimea (Bakhchisaray and Chakhmakhly sections) // Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique Sciences de la Terre. 1997. V. 67. P. 103–118.
10. Nielsen K.Br. Zoantharia from Senone and Paleocene deposits in Denmark and Skaane // Kgl. Dan. vidensk. selsk. skr. Naturwiss. og math Afd. 1922. Bd. 8, No 3. S. 202–233.

*Литостратиграфия курачинской доломитовой свиты среднего триаса в бассейне Пальмиры (Сирия). Мохаммад Н. * (Казанский (Приволжский) федеральный университет, nosheen.g.mohammad@gmail.com), Зорина С.О. (Казанский (Приволжский) федеральный университет, svzorina@yandex.ru), Тавиль А. (Университет Дамаска, Сирия, abdazeez1101@gmail.com)*

Аннотация

В данной работе рассматриваются первые результаты литостратиграфического изучения курачинской доломитовой свиты среднего триаса, распространенной в Пальмирском складчатом поясе Сирии. Установлено, что свита неоднородна по своему литологическому составу и состоит из трех фациальных элементов, которые четко выделяются на каротажных кривых.

Ключевые слова

Литостратиграфия, курачинская доломитовая свита, Пальмира, Сирия

Теория

Сирия расположена на севере Аравийской плиты. В тектоническом строении ее территории можно выделить четыре основные зоны [2] – бассейн Пальмиры, район Синджен-Абд-эль-Азиз, зону разломов Евфрата и зону разломов Мертвого моря. Бассейн Пальмиры расположен на Аравийском полуострове, который в геологическом прошлом был частью материка Гондвана. В девонский период началось формирование Пальмирского прогиба, связанного с герцинской фазой тектонической складчатости. Зона прогиба располагалась в центре северной части Аравийской плиты [1].

Район исследования расположен в 70 км к северу от города Пальмира, в пределах Пальмирского прогиба и приуроченного к нему нефтегазового месторождения Твенан, площадь которого составляет 33 км² [4] (рис. 1). В непосредственной близости от месторождения Твенан расположен целый ряд нефтеносных и газоносных структур – Акрам и Алхашабия [5]. Объект исследования расположен в пределах вытянутой складки северо-восточного простирания, разбитой поперечными разломами на блоки [7].

На рассматриваемом месторождении было пробурено 23 скважины, среди которых наиболее перспективными на нефть оказались пять (Твенан 1, Твенан 2, Твенан 3, Твенан 10, Твенан 11), перспективными на газ - три (Твенан 101, Твенан 104, Твенан 105). Пятью вышеупомянутыми скважинами была вскрыта нефтепродуктивная среднетриасовая курачинская доломитовая свита (рис. 2).

Рассматриваемая свита считается одним из важнейших нефтепродуктивных стратонов, участвующих в строении среднего триаса севера Пальмирской складчатой области [3]. Свита перекрывается курачинским ангидритом, подстилается сланцами «Аманус» [5] и состоит из трех литостратиграфических элементов, которые различаются по литологическому составу и фациальной принадлежности.

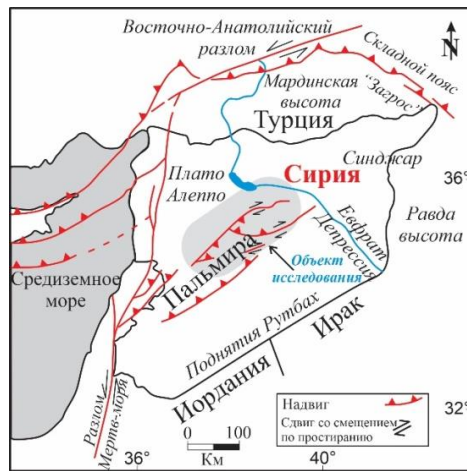


Рисунок 1. Тектоническая схема исследуемого региона (по Литак и др., 1998 [6] с изменениями и дополнениями)

В доломитах свиты встречаются неравномерные прослои известняков, доломитовых известняков, сланцев и глинистых пород, в верхней части распространены линзы ангидрита. Мощности прослоев варьируют от десятков сантиметров до метров и поэтому нечетко проявляются на каротажных кривых.

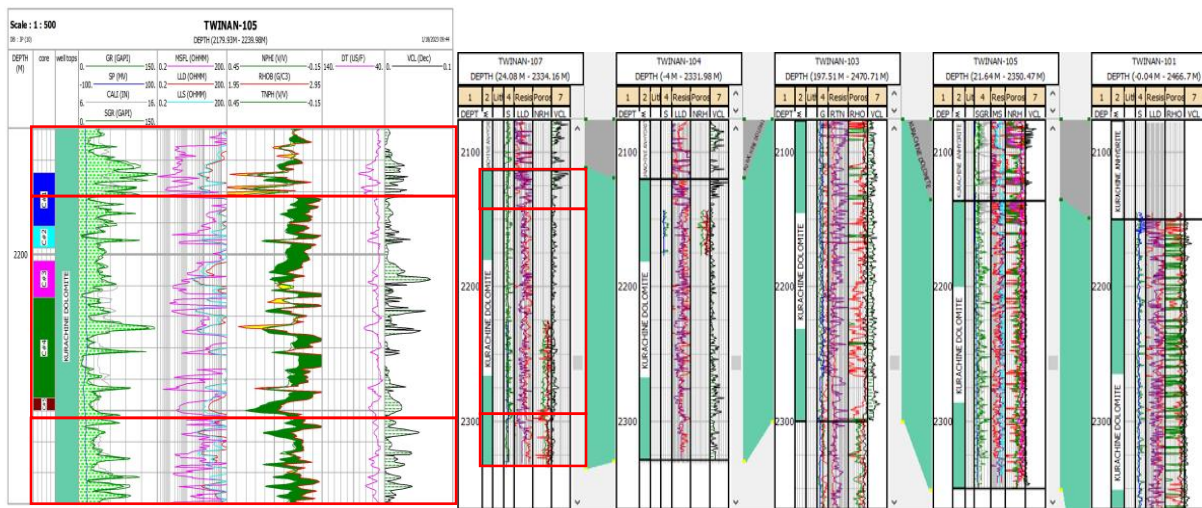


Рисунок 2. Каротажная характеристика курачинской доломитовой свиты в скважине "Твепан_105" и корреляция с другими скважинами.

По результатам сопоставления каротажных данных по 5 скважинам установлено, что курачинская доломитовая свита имеет устойчивое трехчленное строение, при котором каждый элемент соответствует отдельной фации. Мощности фаций незначительно отличаются в разных скважинах (рис. 3).

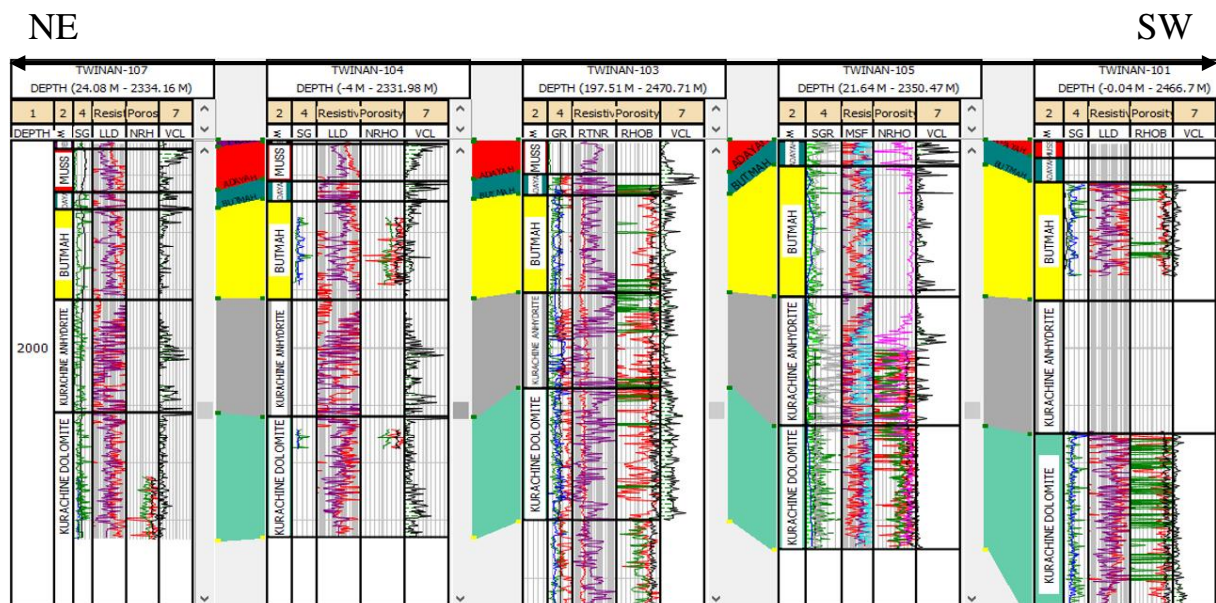


Рисунок 3. Корреляция курачинской доломитовой свиты (зеленый цвет) по каротажу.

Выводы

Северо-восточная часть Пальмирской складчатой зоны обладает высоким углеводородным потенциалом, в связи с чем литостратиграфическое изучение нефтепродуктивной триасовой курачинской доломитовой свиты среднего триаса представляет научный и практический интерес. Установлено, что данная свита неоднородна по своему литологическому составу и состоит из трех фациальных элементов, которые различаются по рисункам каротажной записи.

Библиография

1. Al-Saad, D., Sawaf, T., Gebran, A., Barazangi, M., Best, J.A. and Chaimov, T.A., 1992. Crustal structure of central Syria: the intracontinental Palmyride mountain belt. *Tectonophysics*, 207(3-4), pp.345-358.
2. Barazangi, M., Seber, D., Chaimov, T., Best, J., Litak, R., Al-Saad, D. and Sawaf, T., 1993. Tectonic evolution of the northern Arabian plate in western Syria. *Recent evolution and seismicity of the Mediterranean region*, pp.117-140.
3. Barrier, E., Machhour, L. and Blaizot, M., 2014. *Petroleum systems of Syria*.
4. Brew, G.E., 2001. *Tectonic evolution of Syria interpreted from integrated geophysical and geological analysis*. Cornell University.
5. Chaimov, T.A., Barazangi, M., Al-Saad, D., Sawaf, T. and Khaddour, M., 1993. Seismic fabric and 3-D structure of the southwestern intracontinental Palmyride fold belt, Syria. *AAPG bulletin*, 77(12), pp.2032-2047.
6. Litak, R.K., Barazangi, M., Brew, G., Sawaf, T., Al-Imam, A. and Al-Youssef, W., 1998. Structure and evolution of the petroliferous Euphrates graben system, southeast Syria. *AAPG bulletin*, 82(6), pp.1173-1190.
7. Wood, B.G., 2015. Rethinking post-Hercynian basin development: Eastern Mediterranean region. *GeoArabia*, 20(3), pp.175-224.

*О находках сверлильщиков и эпибионтов на раковинах фаменских атиридид *Athyris concentrica* (Buch) (Brachiopoda) (Липецкая область, окрестности города Елец). Плотникова А.А.* (МГРИ, alesande1001@mail.ru), Костюкевич С.А. (МГРИ, kovarnay.giorgina@yandex.ru), Лешук С.Э. (МГРИ, svyatoslav142003@gmail.com), Николаева П.А. (МГРИ, pa.nikolaeva@gmail.com), Пинских Ю.С. (МГРИ, jul20-kis@yandex.ru), Ченина Е.А. (МГРИ, chenina.katya.2003@gmail.com), Шаров И.А. (МГРИ, ivan.sharov.2013@bk.ru), Комаров В.Н. (МГРИ, komarovmgri@mail.ru)*

Аннотация

Рассмотрены следы жизнедеятельности сверлящих организмов и эпибионты на раковинах атиридид *Athyris concentrica* (Buch, 1834) из елецкого горизонта (фаменский ярус) Липецкой области.

Ключевые слова

Сверлильщики, мшанки, микроконхиды, брахиоподы, атиридиды, *Athyris concentrica* (Buch), елецкий горизонт, фаменский ярус, Липецкая область.

Теория

Детальное изучение эпибионтии чрезвычайно важно при комплексном изучении самых различных ископаемых донных организмов, на что неоднократно указывалось в литературе [1–19]. Материалом для данного исследования послужила коллекция атиридид *Athyris concentrica* (Buch, 1834) насчитывающая 2094 экземпляра. Коллекция собрана в елецком горизонте (фаменский ярус) в Липецкой области, в окрестностях города Ельца, в Лавском и Ольшанском карьерах.

Следы сверлений обнаружены на 59 раковинах *Athyris concentrica* и в совершенно равных пропорциях распределены между брюшными и спинными створками (рис. 1). Всего выявлено 70 перфораций. В подавляющем большинстве случаев сверления являются единичными – на одной раковине наблюдается одно отверстие. На брюшных створках следы сверлений расположены главным образом около макушки. На спинных створках сверления в основном расположены в районе макушки, но некоторые наблюдались как в средней части створки, так и недалеко от края створки. Следы сверлений вертикальные, неглубокие, не сужающиеся по мере углубления, довольно крупные. Размер отверстий меняется от 0,4 мм до 2,6 мм, но обычно составляет 0,6–2,3 мм. Из обнаруженных отверстий 52 является сквозными, а 18 поверхностными (неполными). В подавляющем большинстве случаев сверления представлены круглыми (иногда идеально) в плане выемками. С высокой степенью вероятности можно сказать, что обнаруженные нами сверления оставили хищные гастроподы.

На 94 раковинах *Athyris concentrica* были обнаружены следы поселения мшанок. Среди мшанок были предварительно определены три рода.



Рисунок 4. Следы сверлений и эпибионты (мшанки и микроконхиды) на раковинах *Athyris concentrica*. Увеличено.

Большинство выявленных нами мшанок относятся к роду *Atactotoechus*. Также выявлены *Leioclema* и *Fistulipora*. Всего выявлено 177 колоний (рис. 1). В большинстве случаев мшанки приурочены только к одной створке – либо брюшной (41), либо спинной (62). У 23 экземпляров колонии были выявлены на обеих створках. Размеры колоний мшанок варьируют от 0,1 мм до 29,0 мм, но обычно составляют 0,3–2,4 мм. 51 колония (что составляет около 29% от их общего числа) расположены непосредственно вдоль комиссуры и ограничены ей. В двух случаях наблюдался переход колонии мшанок через комиссуру. Крупные, размером 12,5 мм – 29,0 мм колонии, располагаются в самых различных частях створок, иногда занимая от трети до почти половины их площади.

Микроконхиды обнаружены на 38 раковинах *Athyris concentrica*. Среди них нам удалось определить представителей рода *Palaesonchus*. Всего обнаружено 103 экземпляра. *Palaesonchus* совершенно в равных пропорциях обнаружены как на брюшных (24), так и на спинных (23) створках (рис. 1). 38 палеоконхусов наблюдались непосредственно у самой комиссуры. В большинстве случаев на раковине наблюдался один (51%) или два (37%) палеоконхуса. Отмечены лишь спиральные трубки, округлые в плане, или, реже, их фрагменты. Целых трубок хорошей сохранности обнаружено 13, в большинстве случаев наблюдались частично или полностью вскрытые, полые трубки. Трубки характеризуются гладкой наружной поверхностью. На трёх трубках наблюдались тончайшие линии роста, расположенные примерно через 0,07 мм. Размеры наблюдаемых *Palaesonchus* варьируют от 0,6 до 3,1 мм, но обычно составляют около 1,0–2,5 мм в диаметре. Максимальный замеренный диаметр трубки в области апертуры

составляет 1,2 мм. На некоторых вскрытых экземплярах удалось обнаружить шарообразный протоконх крошечного диаметра.

Выводы

Нападение хищных гастропод на атиридид происходило при жизни последних. Поселение мшанок могло быть как прижизненным, так и посмертным. Находки колоний мшанок в непосредственной близости от комиссуры свидетельствуют о том, что в данном случае, несомненно, было прижизненное поселение мшанок, позволявшее им получать из входящего потока воды часть пищи брахиопод. Обнаружение непрерывного перехода колонией мшанок через края раковины, однозначно свидетельствует о посмертном поселении мшанок, так как живые брахиоподы, приоткрывая створки, препятствовали переходу обрастателей со створки на створку. Прикрепление *Palaeosonchus* могло быть как прижизненным (это в первую очередь касается форм, обнаруженных вблизи комиссуры), так и посмертным. В пользу посмертного обрастания может свидетельствовать отсутствие правильности в размещении трубок разного размера.

Доля повреждённых сверлильщиками раковин составляет 2,8% от общего числа изученных атиридид, обросших мшанками – 4,4%, покрытых микроконхидами – 1,8%, что свидетельствует о крайней редкости использования различными организмами раковин атиридид в качестве пищи или субстрата. Указанные цифры, в свою очередь, могут говорить и о редкости хищных гастропод, мшанок и микроконхид в палеобиоценозах.

Библиография

1. Азарных А.В., Елифанов В.А., Комаров В.Н. О находках мшанок на раковинах венлокских ринхонеллид *Estonirhynchia estonica* H.Schmidt (Brachiopoda) (остров Сааремаа, Эстония) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 66. С. 36–48.
2. Вайтиева Ю.А., Верба Т.И., Комаров В.Н. О находках следов жизнедеятельности сверлильщиков на раковинах спириферид *Licharewia rugulata* (Kutorga) (Brachiopoda) из байтуганских слоёв (нижнеказанский подъярус) окрестностей села Байтуган (Самарская область) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 70. С. 326–340.
3. Вайтиева Ю.А., Волкова Е.А., Комаров В.Н. О находках эпибионтов на раковинах продуктид *Aulosteges horrescens* (Verneuil) (Brachiopoda) из байтуганских слоёв (нижнеказанский подъярус) окрестностей села Байтуган (Самарская область) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 70. С. 348–359.
4. Вайтиева Ю.А., Волкова Е.А., Комаров В.Н. О находках эпибионтов на раковинах продуктид *Aulosteges horrescens* (Verneuil) (Brachiopoda) из байтуганских слоёв (нижнеказанский подъярус) окрестностей села Байтуган (Самарская область) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 71. С. 270–282.
5. Верба Т.И., Конов А.П., Комаров В.Н. О находках эпибионтов на раковинах спириферид *Licharewia rugulata* (Kutorga) (Brachiopoda) из байтуганских слоёв (нижнеказанский подъярус) окрестностей села Байтуган (Самарская область) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 70. С. 348–359.
6. Верба Т.И., Конов А.П., Комаров В.Н. О находках эпибионтов на раковинах спириферид *Licharewia rugulata* (Kutorga) (Brachiopoda) из байтуганских слоёв (нижнеказанский подъярус) окрестностей села Байтуган (Самарская область) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 71. С. 236–251.

7. Волкова Е.А., Качалина М.Д., Комаров В.Н. О находках мшанок на раковинах спириферид *Licharewia rugulata* (Kutorga) (Brachiopoda) из байтуганских слоёв (нижнеказанский подъярус) окрестностей села Байтуган (Самарская область) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 70. С. 348–359.
8. Волкова Е.А., Качалина М.Д., Комаров В.Н. О находках мшанок на раковинах продуктид *Aulosteges horrescens* (Verneuil) (Brachiopoda) из байтуганских слоёв (нижнеказанский подъярус) окрестностей села Байтуган (Самарская область) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 70. С. 348–359.
9. Волкова Е.А., Качалина М.Д., Комаров В.Н. О находках мшанок на раковинах продуктид *Aulosteges horrescens* (Verneuil) (Brachiopoda) из байтуганских слоёв (нижнеказанский подъярус) окрестностей села Байтуган (Самарская область) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 71. С. 217–229.
10. Волкова Е.А., Качалина М.Д., Комаров В.Н. О редких находках *Petrocrania gracilis* и *Propatella palmaria* (Craniida, Brachiopoda) на раковинах венлокских ринхонеллид *Estonirhynchia estonica* H. Schmidt (Brachiopoda) (остров Сааремаа, Эстония) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 67. С. 53–67.
11. Волкова Е.А., Качалина М.Д., Комаров В.Н. Первые находки микроконхид на раковинах венлокских ринхонеллид *Estonirhynchia estonica* H. Schmidt (Brachiopoda) (остров Сааремаа, Эстония) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 67. С. 23–36.
12. Гонтарь О.А., Самохвалов С.А., Комаров В.Н. О новых находках эпибионтов на раковинах *Danocrania tuberculata* и *Danocrania polonica* (Craniida, Brachiopoda) из датского яруса Горного Крыма // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 50. С. 186–199.
13. Комаров В.Н., Павлова Ю.Э., Бушманова Ю.Д. Первая находка эпибионтов на раковинах уральских атрипид // Природа. 2022. № 1. С. 60–63.
14. Костюкевич С.А., Шемина М.П., Комаров В.Н. Первые находки следов жизнедеятельности сверлильщиков на раковинах фаменских атиридид *Athyris concentrica* (Buch) (Brachiopoda) (Липецкая область, окрестности города Елец) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 64. С. 5–19.
15. Николаева П.А., Шаров И.А., Комаров В.Н. Первые находки мшанок на раковинах фаменских атиридид *Athyris concentrica* (Buch) (Brachiopoda) (Липецкая область, окрестности города Елец) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 65. С. 6–19.
16. Павлова Ю.Э., Бушманова Ю.Д., Комаров В.Н. Уникальная находка следов сверления эпибионтов на раковинах *Karpinskia conjugula* Tschernyschew, 1885 (Atrypida, Brachiopoda) из пражского яруса восточного склона Северного Урала // Инновации. Наука. Образование. 2021. № 47. С. 2631–2637.
17. Пинских Ю.С., Плотникова А.А., Комаров В.Н. Первые находки микроконхид на раковинах фаменских атиридид *Athyris concentrica* (Buch) (Brachiopoda) (Липецкая область, окрестности города Елец) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 65. С. 33–46.
18. Ченина Е.А., Лещук С.Э., Комаров В.Н. Об уникальной палеоэкологической находке раковины фаменских атиридид *Athyris concentrica* (Buch) (Brachiopoda) (Липецкая область, окрестности города Елец) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 66. С. 49–59.
19. Ююкина Е.Н., Арешко И.А., Комаров В.Н. Первые находки следов жизнедеятельности сверлильщиков на раковинах венлокских ринхонеллид *Estonirhynchia estonica* H. Schmidt (Brachiopoda) (остров Сааремаа, Эстония) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 67. С. 37–52.

Состояние изученности и дальнейшие перспективы урановых месторождений в Зирабулак-Зиатдинском районе (Западный Узбекистан). Разиков О.Т. (Ташкентский институт минеральных ресурсов, rustam_avazov1989@bk.ru), Авазов Р.Р. (Навоийский государственный горно-технологический университет, rustam_avazov1989@bk.ru), Каримов Н.М. (Навоийский государственный горно-технологический университет, 92nurkhan92@gmail.com)

Аннотация

Наращивание объемов добычи и переработки уранового сырья может быть выходом из затянувшегося энергетического кризиса. На пути достижения данной задачи урановая минерально-сырьевая база сталкивается с рядом препятствий. Одним из таких блокад является поиски, оценка потенциала ресурсов новых месторождений урана. Данный материал кратко описывает историю поисков и выявление аномалии и рудопроявления в Зирабулак-Зиатдинском районе (Западный Узбекистан). Которые на сегодняшний день успешно вовлечены в отработку и является перспективным источником урана для страны

Ключевые слова

Краснохолмской экспедиции, осадочный чехол, геохимия, инфильтрационно-инсоляционный тип оруденения, условия локализации, радиоактивные элементы

Теория

Узбекистан занимает ведущие позиции в мире по запасам и добыче энергетического топлива, причем исключительно прогрессивным методом – подземным выщелачиванием. Для выполнения подмеченной задачи необходимо выявить новые перспективные площади для геологоразведочных работ [1]. Наиболее перспективными является Зирабулак-Зиатдинский район с рядом выявленных урановых месторождений: Майзак, Кетменчи, Аргон, Джилга, Сабырсай, Шарк, а также золото-урановых Ташкан, Бешкудук, Каракутан и др.

Впервые поиски радиоактивного металла в Зирабулак-Зиатдинском районе проводились в 1933/35 гг. геологоразведочным трестом «Союзредметразведка». Последующее изучение рудоносности района ограничивалось попутными поисками, выполненными Узбекским геологическим управлением, в основном на площадях месторождений олова, вольфрама, золота и др.

Планомерное изучение перспективы рудоносности района началось с 1949 г. С этого момента к ревизии известных в районе аномалий и проявлений минерализации урана приступила Центральная партия Краснохолмской экспедиции (Якушевич, 1951; Глушковская Д.И., 1953, 1954; Осипов Б.Л., 1955). В урановой минерализации выявленных поисковыми партиями Узбекского геологического управления считается месторождения Аймахаль, Чингалы, Джузумли, Ингичке, Каршб и др. [2]

В 1951/53 гг. вся территория была покрыта аэро-радиометрической съемкой в масштабе 1:25 000. Наземные поиски урана в породах палеозойского фундамента и платформенного чехла были развернуты Краснохолмской экспедицией с 1955г. и проводились Зирабулакской партией (Трушкин. Чикунова М.К., 1956), Карачадукской

партией (Виленский М.А., 1959), Зиятдинской партией (Глушковская Д.И., 1959; Ларкин Э.Л., 1959), Кетменчинской партией (Виленский М.А., 1960) и др. [3]

К 1960 г. Зирабулак-Зиятдинский район был полностью охвачен пешеходными радиометрическими поисками в масштабе 1:25 000. На отдельных участках была проведена детализация со сгущением сети наблюдений до масштаба 1:10 000 и крупнее (рудопроявления Карачакудук, Новый Тутак, проявления и аномалии Кутчи, Дарайтут, Джузумли, Карпабское. Кокбулак, Лампрофировая, Лапас, Мисит, Чилиджура. Юлгунсай и др.).

Начатые в 1950/55 гг. Краснохолмской экспедицией наземные массовые специализированные поиски бурением привели к открытию в отложениях осадочного чехла в обрамлении Зирабулакских гор месторождения урана Кетменчи. С этого времени началось активное изучение перспективы рудоносности отложений осадочного чехла на «учкудукский» тип оруденения в предгорьях Коян-Карачакудукского района.

В 1959/60 гг. бурением скважин на воду пастбищно-мелиоративной конторой в Улус-Джамском прогибе была установлена радиоактивная аномалия. Последующими работами партии №54 Краснохолмской экспедиции было выявлено месторождение урана Сабырсай.

На палеозойских массивах района, в период с 1959 по 1973 гг., кроме массовых поисков, проводились лишь эпизодические исследования тематического плана по изучению перспектив рудоносности. К ним относятся ревизионные геохимические работы Виленского М.А., проводимые на рудопроявлениях и аномалиях, известных среди интрузии гранитоидов и в их экзо-контактах. Исследования проводились с целью выделения гидротехнических объектов по сохранившимся признакам гидротермальных изменений пород и минерализации гидротермального типа среди широко развитого в породах фундамента инфильтрационно-инсоляционного типа оруденения. В процессе работ были выявлены рудопроявления Коян, проявления урановой минерализации Чингиз, Северо-Чайдорозское, Тутак, Диагональный и др.

Существенные изменения требований к сырью, в связи с внедрением в урановую промышленность способа подземного выщелачивания, вызвали необходимость создания обобщающих геологических материалов по этому району. В связи с этим в 1972/74 гг. геологической партией № 14 проведены прогнозно-геологические исследования в масштабе 1:400 000 с целью определения дальнейших направлений деятельности Краснохолмской экспедиции. В итоге проведенных работ были составлены металлогеническая и прогнозная на уран карты. Впервые все известные в палеозойском массиве проявления урановой минерализации были сведены в каталог, в породах фундамента на Чингиз-Коянском и Карнабском участках были выполнены ревизионные работы, позволившие выяснить локальные факторы контроля урановой минерализации.

При проведении государственных геологических съемок масштабами 1:25 000 и 1:50 000, проведенных Заравшанской экспедицией ПГО «Самаркандгеология», в пределах района был установлен ряд аномалий и точек минерализации (аномалии Кетменсай, Контактное, Карнабские). С 1985 по 1989 года ПГО «Краснохолмскгеология», совместно со ВСЕГЕИ и ВИМС, приступила к выполнению комплексных геологических, геохимических, геофизических исследований с целью выделения локальных структур для глубинных поисков месторождений урана. В

результате проведенной оценки ураноносности района, искатели (Баланцев В.М., Сулеев С.П., Лебедев П.Т.) обосновывают ведущую роль в формировании рудных концентраций урана в образованиях палеозойского фундамента единого для района экзогенного эпигенетического процесса рудообразования неоген-четвертичного этапа. [2]

В период 1986/91 гг. в ПГО «Краснохолмскгеология», совместно с ВСЕГЕИ, ВИМСом, МГРИ, были проведены обобщающие металлогенические исследования по урану на всей территории Центральной Кызылкума, в результате которых был составлен Атлас специальных карт масштаба 1:200 000 и 1:500 000. Атлас отражает все аспекты размещения уранового оруденения как в отложениях осадочного чехла, так и в формациях палеозойского фундамента. В 1995 г. (Крылов О.Н. и др.) на основе Атласа. были определены факторы и условия рудо локализации для месторождений «песчаникового» и «черносланцевого» типа, выделены урановорудные районы, поля, перспективные площади (рис. 1).

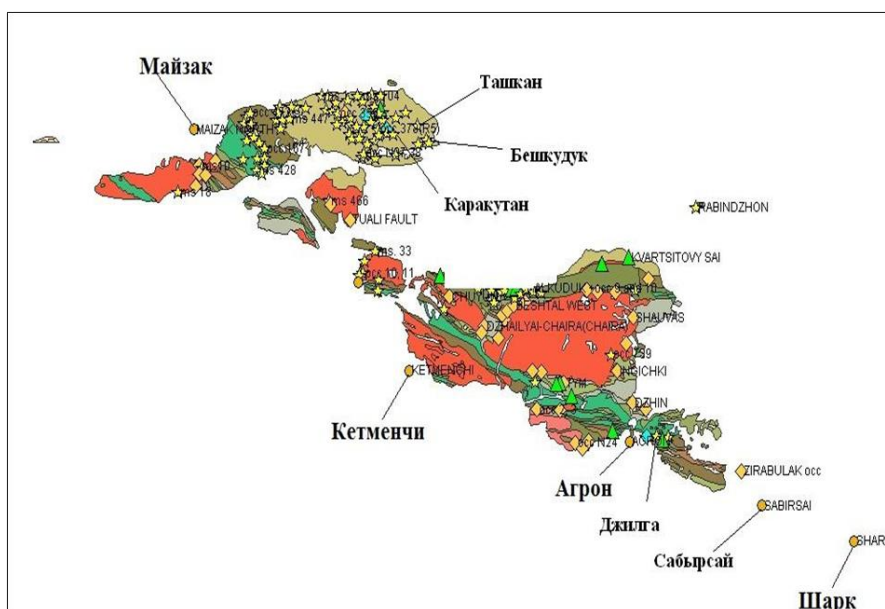


Рисунок 1. Золоторудные и урановые объекты Зирабулак-Зиатдинских гор (по материалам диссертации Разикова О.Т. (2022)).

Ураноносность района в настоящее время определяется наличием 3-х значительных аномальных полей (Каттаджар, Карнабское, Турытау); месторождениями (Кетменчи, Майзак), рядом рудопроявлений (Коянском, Карачакудук, Мушу, Чедыр, Юлгунсай, Кутчи и др.) точек минерализации урана. Около 38% радиоактивных аномалий приурочено к интрузивным массивам (Тымекому, Майзакскому, Кошкудукскому и Гунджакскому).

К оцифрованной карте полезных ископаемых Зирабулак-Зиатдинского горнорудного района создана атрибутивная таблица в виде каталога в количестве 51 наиболее значимых урановых объектов.

Среди аномальных концентраций радиоактивных элементов выделяются ураноториевые и собственно урановые. Первые связаны с аксессуарными минералами лейкократовых гранитов и второе связаны с пегматитовых жил (ортит, самарскит, торит, монацит и др.).

На западной оконечности Зиатдинских гор выделяется своей ураноносностью Тутаг-Коянская ураноносная зона, потенциально урановорудным является и центральная часть Карнабского интрузива. На восточном погружении Зирабулакских гор располагается изометричная в плане Ингичкинская площадь (275 км²), а на южном погружении Зирабулакских гор площадью 35х24 км выделяется Мушу-Карачакудукская ураноносная зона северо-западной направленности. В северных предгорьях Зирабулак-Зиатдинского района вдоль зон крутопадающего к югу Саппе-Кутчинского разлома протяженностью 60 км при ширине 10 км расположены рудопроявления Чедыр, Юлгунсай и Кутчи; проявление Акмазар и др.

Выводы

Таким образом, результаты, проведенные предыдущими исследователями работы, дают основу для возможного выявления на территории района нетрадиционного для Центральных Кызылкума уранового оруденения и их перспективы.

В ближайшем будущем, используя инструменты цифрового мира возможно будет изучено: методика использования современных ГИС-технологий в геологических исследованиях урановых месторождениях; подготовки цифровой картографической информации различного содержания ГИСа.; методика обработки геологической информации и количественного прогнозирования рудных месторождений; выявление основных факторов локализации (стратиграфо-литологические, геоморфологические, тектонические, структурное, минералого-геохимические и др.) урановых отложений и выделение перспективных площадей методом комплексирования.

Благодарности

Выражаем огромную благодарность творческому коллективу в лице Халимова И.У., Хамидова С.Б., Бакоевой Г.Б., Мурадуллаевой М.У. за поддержку и помощь в трудовых и творческих начинаниях.

Библиография

1. Хамидов С.Б., Каримов Н.М. «Мероприятия по охране окружающей среды опытно-промышленного участка подземного выщелачивания на месторождении Северный Дженгилды» Сборник материалов XIX Международной научно-практической конференции «БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ: ИНЖЕНЕРНЫЕ И УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ» - Минск, БНТУ, 2021 г. 129-130 с.
2. Каримов Х.К., Бобонов Н.С., Бровин К.Г. и др. «Учкудукский тип урановых месторождений Республики Узбекистан» - Ташкент: Фан, 1996. 334 с.
3. Стратиграфический кодекс. Изд. 3-е, дополненное. СПб, 2006, 96 с.
4. С.С. Собиров, В.А. Салихов. «Стратиграфическое расчленение меловых отложений и развитие зон пластового окисления на западно-зиатдинской площади» Пятый международный симпозиум «УРАН: ГЕОЛОГИЯ, РЕСУРСЫ, ПРОИЗВОДСТВО». Москва, 2021 г. 257 – 261с.

*Тектодинамические условия проявления Геналдонской катастрофы 2002 г.
Тверитинова Т.Ю.* (Геологический факультет МГУ, tvertat@yandex.ru), Гуцин
А.И. (Геологический факультет МГУ, alexmsu-824@mail.ru), Курдин Н.Н.
(Геологический факультет МГУ, nkurdin@yandex.ru), Никитин М.Ю.
(Геологический факультет МГУ, nikgeo@rambler.ru)*

Аннотация

Геналдонская гляциальная катастрофа 2002 г. рассматривается как результат проявления комплекса тектодинамических и экзодинамических факторов в условиях горного рельефа в нивальной зоне.

Ключевые слова

тектодинамика, поля напряжений, экзодинамика, литодинамические потоки, гляциальная катастрофа

Теория

20 сентября 2002 года в Кармадонском ущелье произошла крупнейшая в России гляциальная катастрофа – отрыв и сход ледника Колка, вызвавший разрушительный ледово-грязекаменный поток, с большой скоростью пронесшийся по долине р. Геналдон на расстояние почти 20 км. Для специалистов эта катастрофа стала неожиданностью, так как не отражала наблюдавшийся пульсирующий характер подвижек ледника. Событие 2002 г. заставило искать другие версии катастрофы, связанные не с типичной пульсацией ледника Колка, а с внезапной подвижкой вследствие комплексного воздействия сейсмических, вулканических и метеорологических процессов [3].

Казбек-Джигарайский горный узел расположен в нивальной части Бокового хребта. Здесь сосредоточены взбросо-надвиговые структуры Мамисон-Казбекской геосутуры. Подвижки по надвигам, фронтальные части которых выражены бортами широтных долин, приводят к постоянному поднятию района, происходит увеличение крутизны склонов и накопление склонами потенциальной энергии. Разрядка этой энергии определяет динамику экзогенных процессов, наиболее ярко проявляющуюся в зарождении каменно-ледовых обвалов [1]. Исследования в долине Колки непосредственно после катастрофы показали, что произошел срыв не только ледяного массива висячего ледника над Колкой, но и части его каменного ложа [4]. Все указывает на то, что катастрофа произошла под влиянием комплекса эндогенных, экзогенных и тектоно-гравитационных факторов, совместное действие которых проявляется в таком виде с частотой порядка одно событие в столетие. Сходная катастрофа произошла в этом же районе в 1902 г.

Проводившиеся на Центральном Кавказе в конце XX–начале XXI века структурно-тектонические исследования тектодинамической группы геологического факультета МГУ доказали, что новейшая геодинамическая обстановка в регионе определяется полем напряжений меридионального горизонтального сжатия, сопровождающимся вертикальным или широтным горизонтальным растяжением. В этих условиях широтные структуры являются взбросо-надвиговыми или содвигами, меридиональные – сбросо-раздвигами, структуры северо-западной ориентировки – правыми, северо-восточной – левыми сдвигами [5].

Казбекско-Джигарайский узел расположен на пересечении зон концентрации деформаций различной ориентировки и разного кинематического типа (рис. 1).

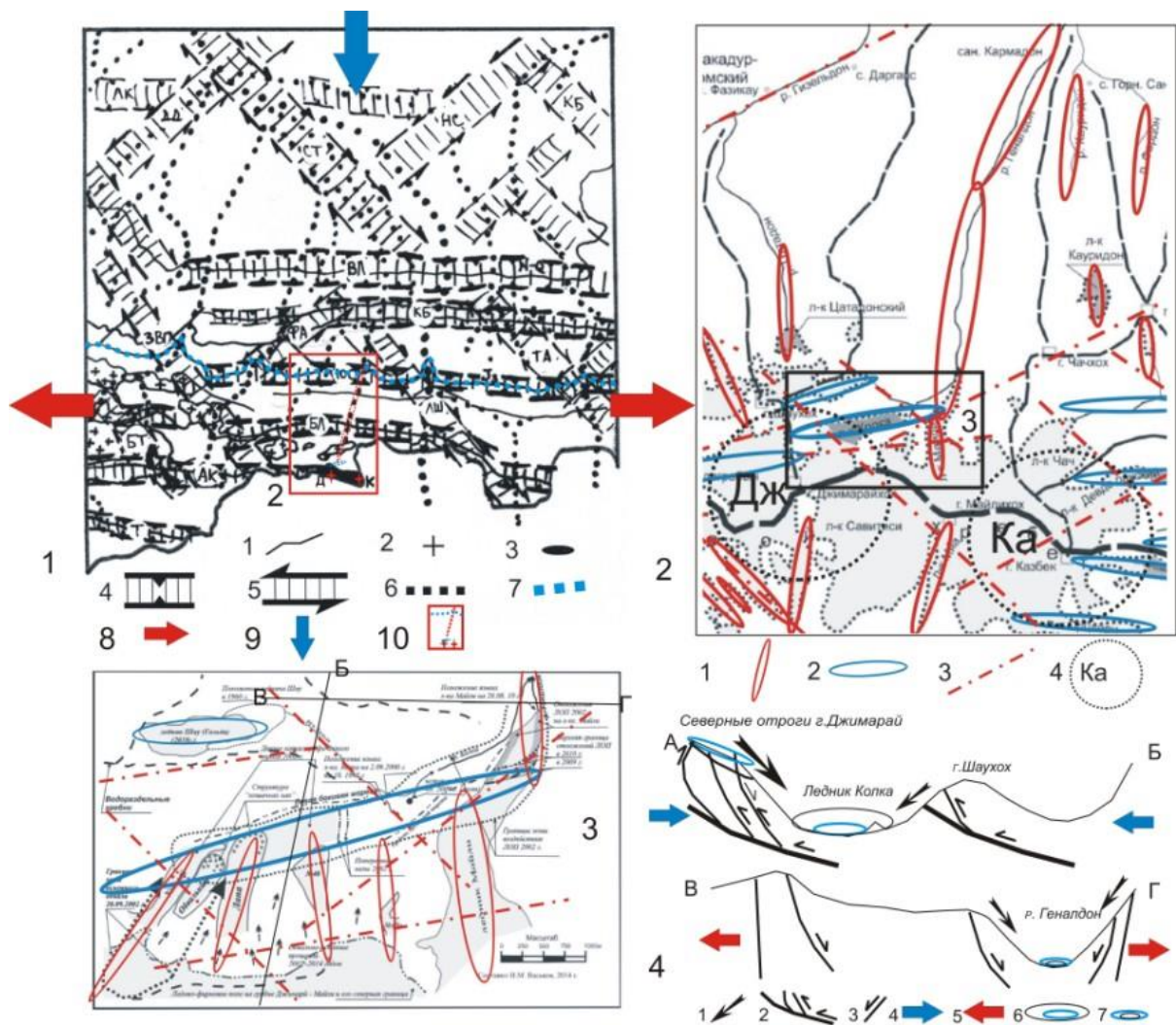


Рисунок 1. Схема 1. Структурно-кинематическая схема с элементами тектодинамики листа К-38-IX [9]. 1 – геологические границы; 2 – доальпийское основание; 3 – неинтрузии; 4–6 – зоны концентрации деформаций: 4 – сжатия; 5 – сдвига (правого и левого); 6 – растяжения; 7 – эскарп Скалистого хребта; 8–9 – тектодинамические оси регионального растяжения (8) и сжатия (9); 10 – район Кармадонской катастрофы (область схемы 2). Схема 2. Район Кармадонской катастрофы (основа по [1]) 1 – долины по зонам растяжения, 2 – долины по зонам сжатия, 3 – линейные элементы по сдвиговым зонам, 4 – Казбекский и Джимарайский магматические центры. Прямоугольник – область схемы 3. Схема 3. Северный склон Джимарай-Казбекского горного узла (основа по [1]). Условные обозначения на схеме 2. Рис. 4. Схематические разрезы по линиям АБ и ВГ на схеме 3. 1 – направления тектоно-гравитационных потоков на склонах; 2 – система взбросо-надвигов, ретронадвигов и сбросов в висячих крыльях региональных широтных надвигов; 3 – системы меридиональных сбросов и диагональных сдвигов; 4–5 – оси напряжений: 4 – растяжения, 5 – сжатия; 6 – гравитационный и ледовый материал в зоне накопления (долины "сжатия"); 7 – гравитационный и ледовый материал в зонах активного выноса материала (долины "растяжения").

Основной широтной структурой является Адайком-Дарьяльская антиклинорная зона, выраженная системой сильно сжатых и кливажированных складок по палеозойским и ниже-среднеюрским образованиям, прорванных разновозрастными интрузивами. В южной части располагается широтная Адайком-Казбекская зона концентрации деформаций сжатия – система Главного Кавказского надвига, по которому структуры Большого Кавказа надвинуты на складчато-надвиговые зоны Южного склона [2]. Южное лежащее крыло зоны характеризуется складчато-надвиговой

структурой южной вергентности. В северном висячем крыле закартированы взбросо-надвиги с перемещением висячих крыльев на север. Возможно это связано с формированием в ядрах надразломных антиклиналей диапироподобных линз скупивания пластичного глинистого материала юры и с локально проявленными в висячих крыльях отдельных надвигов условиями поперечного к надвигами растяжения, вызывающего формирование сбросов.

Рассматриваемая область попадает также в разделяющую сегменты Центрального и Восточного Кавказа Центрально-Кавказскую зону концентрации правосдвиговых деформаций северо-западного простирания [2; 5]. Зона определяет резкое погружение к востоку Дигоро-Осетинского и Адайком-Казбекского поднятий Центрального Кавказа, здесь изменяют свою ориентировку от субширотной до северо-западной разрывы Главного хребта и Южного склона, а также широко развиты правые сдвиги северо-западной ориентировки.

Ороген Большого Кавказа рассечен также зонами концентрации деформаций северо-восточного и субмеридионального простираний. "Антикавказские" структуры являются сбросо- и сдвиго-раздвигами и сдвиго-сбросами. Они слабо выражены в геологической структуре, но отчетливо проявлены в направлениях рассекающих склоны долин рек Терек, Геналдон, Гизельдон и др. Главной поперечной зоной концентрации деформаций северо-восточного простирания является Казбек-Цхинвальская [4], намечаемая по распределению центров новейшего вулканизма.

Долина **ледника Колка** является левым истоком р. Геналдон. Северный борт Колки совпадает с южной фронтальной частью Шаухохского надвига, южный – с северной частью Казбек-Джимарайского блока в висячем крыле Адайком-Казбекского надвига. Для южного борта характерна сложная тектодинамическая обстановка, проявленная в развитии взбросо-надвигов и сбросов, что способствует развитию обвально-осыпных процессов и активному изменению краевых частей висячих над Колкой ледников вплоть до их отрыва. Северный борт долины во фронтальной части Шаухохского надвига относительно более "спокойный" и по существу является главным ограничителем для поступающего в долину кластического материала с ее южного борта.

Активная современная тектодинамика Джимарай-Казбекского горного узла определяет развитие сильно расчлененного рельефа, для которого характерна повышенная экзодинамическая активность ледниковых и обвально-осыпных процессов. На горных склонах возникают условия перехода коренных пород к спускающимся вниз гравитационно неустойчивым тектоно-гравитационным потокам. На склонах различной экспозиции тектоно-гравитационные потоки сильно различаются. В зависимости от различной крутизны склонов, степени нарушенности коренных пород находится скорость вывода материала из зоны "тектоники" в зону свободного литодинамического потока. На разрезах (рис. 1.4) показана принципиальная схема процессов накопления и разгрузки ледово-каменного материала в горных долинах меридиональной и широтной ориентировок в условиях регионального меридионального сжатия – широтного растяжения. На склонах различной экспозиции условия взаимодействия тектонического потока, выраженного смещениями по разломам, и тектоно-гравитационного потока, характеризующегося переходом материала коренных склонов в материал, оторванный от цоколя, различны. Широтные долины являются зонами накопления ледово-каменных масс, в меридиональных долинах происходит их быстрый вынос.

Условия формирования тектоно-гравитационных потоков в бортах и ледника Колки и долины р. Геналдон характеризуются высокой активностью экзогенных процессов. Поступление обломочного материала происходит в долины с горных склонов любой экспозиции. Но в субмеридиональных долинах, заложенных по зонам растяжения, поступление обломочного материала компенсируется его постоянным

выносом. В отличие от этого широтные долины являются своеобразными зонами накопления экзогенного материала, так как в них нет благоприятных условий для его выноса. Задержка экзогенного материала в широтной долине относительно небольшого по длине притока в определенный момент приводит к его "переизбытку", способного нарушить гравитационное равновесие и спровоцировать катастрофический "выброс" литодинамических масс вниз по долине до основной меридиональной долины. Необходимо учитывать тот факт, что Адайком-Казбекская зона на новейшем этапе магматически активна.

Выводы

Геналдонская катастрофа была подготовлена структурно-геологическими, тектодинамическими и экзодинамическими процессами и произошла в тот момент, когда система прошла точку равновесного состояния. Зажатая среди сближающихся и активно разрушающихся блоков широтная долина ледника Колка была переполнена высвобожденным из недр материалом, который в условиях гравитационной неустойчивости начал свое движение вниз по долине. Начало катастрофы могло быть спровоцировано небольшим изменением одного из параметров системы, влияющих на ее общее состояние: реализацией накопленной к этому времени сейсмической энергии в виде небольшой тектонической подвижки, вызвавшей отрыв висячего, вместе со скальным ложем, ледника Колки и его обрушение на головную часть основного ледника, послужившее причиной срыва всего его тела с коренного ложа.

Библиография

1. Васьков И.М. Крупномасштабные обвалы: геодинамика и прогноз / И.М. Васьков. Владикавказ: 2019. 365 с.
2. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1: 200 000. Издание второе. Серия Кавказская. Лист К–38–IX, XV (Владикавказ). Объяснительная записка [Электронный ресурс] / А.Н. Письменный, С.А. Горбачев, С.Н. Вертий и др.; Минприроды России, Роснедра, Севосетиннедра, ФГУГП «Кавказгеолсъемка». – М.: Московский филиал ФГБУ «ВСЕГЕИ», 2021.
3. Котляков В.М., Рототаева О.В., Носенко Г.А., Десинов Л.В., Осокин Н.И., Чернов Р.А. Кармадонская катастрофа: что случилось и чего ждать дальше. М.: Издательский дом "Кодекс", 2014. 184 с.
4. Никитин М.Ю., Гончаренко О.А., Галушкин И.В. Динамика и стадийность развития Геналдонского ледово-каменного потока на основе дистанционного анализа // Вестник Владикавказского научного центра, Т. 7, № 3, 2007, С. 2–15.
5. Расцветаев Л.М., Тверитинова Т.Ю. Структурно-кинематический анализ зон разрывных нарушений и тектодинамический анализ трещиноватости при производстве работ по объекту «Составление комплекта Государственной геологической карты суши масштаба 1:1 000 000 серии Кавказской, листы К–37, К–38 и К–39». Москва, 2008ф. 86 с.

Отложения келловейского возраста в Гжели. Ульянова Д.В. (Минералогический музей им. А.Е.Ферсмана, ulyanova.fmm@gmail.com), Лещук С.Э.* (МГРИ РГГРУ, svyatoslav142003@gmail.com), Дуалло М.Б. (МГРИ РГГРУ, baylasafa@gmail.com), Кедич А.И. (МГРИ РГГРУ, sonann2013@gmail.com), Заблудовская А.В. (МГРИ РГГРУ, alenska00zabludovskaya@gmail.com), Румянцев Н.Д. (МГРИ РГГРУ, runidmy1111@gmail.com), Кравцов М.А. (МГРИ РГГРУ, dshdgb@mail.ru)*

Аннотация

В работе описаны обнаруженные в районе старто типа гжелского яруса верхнего карбона отложения келловейского возраста, сделан краткий обзор истории изучения келловейских отложений Подмосковья и сделаны предположения о палеообстановках в микрорегионе с конца верхнего карбона по среднюю юру.

Ключевые слова

Келловей, келловей в подмосковье, гжелский разрез, юра в гжели, палеообстановки подмосковья, пустынный загар

Теория

На территории Европейской России келловейский ярус средней юры представлен тремя подъярусами: нижним, средним и верхним [5]. Из них наиболее распространённым и мощным является нижний. Средний характеризуется широким распространением, но, в основном, малыми мощностями, что осложняет его исследования. Верхний же келловей наименее распространён и обладает наиболее чётко выраженными слоями, при этом на территории московской синеклизы (в основном Рязанская и Московская области) он представлен наиболее полно. В основе разделения яруса на подъярусы, а их в свою очередь на меньшие деления, лежит выделение последовательностей амоноидей близких и/или идентичных таковым из Западной Европы, разделение это было проведено значительно позже – с отставанием до 100 лет.

В окрестностях ст. Гжель в карьерах обнажается слой, при изучении которого были выявлены следующие амоноидеи [7]: *Quenstedtoceras lamberti* (Sow.), *Q. flexicostatum* (Phill.), *Q. mariae* (d'Orb.), *Hecticoceras pseudopunctatum* (Lah.), *Peltoceras sp.*, *Pholadomya murchisoniae* Sow., *Pholadomya sp.*, *Procerithium russiense* (d'Orb.).

В гжелских карьерах исследователями были обнаружены микробиальные постройки, различные по внутреннему строению, составу и морфологии, которые позволили судить о гидродинамическом режиме, глубинах и климате в келловее [9].

Данная местность также характеризуется богатой фауной разнообразных мшанок, в частности, лишённая известкового скелета сверлящая мшанка *Orbignyopora opulenta sp. nov.*, [1,2,3,4].

К тому же на данной территории были обнаружены остатки средне- и позднекелловейских брахиопод, а именно 46 раковин *Cardinirhynchia rossica sp. nov.* Данные брахиоподы характеризуются наличием двух морф – крупной (распространённой по всей территории Московской синеклизы в течение всего среднего и позднего келловей) и мелкой (была распространена на территории бассейна р. Прони и среднего течения р. Оки, в районе Дмитриевых гор и Елатьмы лишь в начале среднего келловей). При этом изначально они были описаны П.А. Герасимовым, как

Cardinirhynchia acuticosta (Ziet.) (Герасимов, 1955), но в последствии переописаны В.П. Макридиным (Макридин, 1964).

Также изучены представители морских лилий *Pentacrinus* из отложений описываемого района [10].

В окрестностях станции были найдены коронки зубов, идентифицированные, как принадлежащие плиозавру *Simolestes Andrews*. Один из этих зубов впервые был описан Боголюбовым в 1911, в наше время Н.Г. Зверьков подтвердил это определение и причислил к таковым ещё несколько коронок [6].

Летом 2022 года в ходе подмосковной практики нами были обнаружены белемниты в районе гжельского стратотипа, что послужило поводом для более подробного изучения, так как мезозойские отложения в этом месте обычно не упоминаются. В трех точках вокруг обнажения стратотипа была произведена зачистка и описание контакта кровли верхнекарбонных отложений с перекрывающими породами. Кровля карбонных отложений представлена по большей части элювием окремнелых известняков гжельского яруса верхнего карбона, а также кремней, часто хорошо окатанных, с наложенными изменениями типа «пустынного загара». Также встречаются слабо окатанные фрагменты тех же пород.



Рис.1 Точка наблюдения 1. 1) – коричневая глина в валунами; 2) – «карман» зеленоватой известковистой глины с многочисленными обломками фауны.

Перекрывающие породы представлены маломощными (0-30 см) глинистыми отложениями с неравномерно распределенной фауной белемнитов, двустворок, брахиопод, криноидей и аммонитов. Породы, которые мы относим к келловейскому возрасту на основании найденных фаунистических остатков, имеют невыдержанные мощность и состав, представлены коричневыми глинами с углефицированным детритом и белемнитами, и в «карманах» – известковистой светло-серой зеленоватой глиной с многочисленными фаунистическими остатками. Была определена следующая фауна: *Pentacrinus pentagonalis*, *Cardinirhynchia rossica Makridin*, *Terebellariasolida*, *Oxytominaequivalvis*, *Lopha sp.*, *Serpula sp.*, *Pentagonaster sp.* Определения проводились самостоятельно и с помощью специалистов кафедры палеонтологии МГРИ. Исходя из вышеизложенного, отложения «карманов» мы однозначно относим к келловейскому ярусу средней юры, характер и видовой состав фаунистических остатков по нашему мнению указывают на мелководные условия осадконакопления. Верхняя часть разреза, представленная коричневыми глинами, однозначно относится к мезозою на основании найденных в ней многочисленных белемнитов.

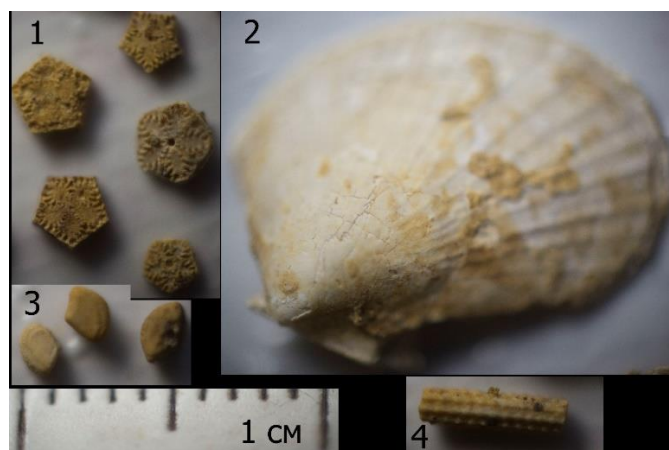


Рис. 2. Фауна из отмытой глины «кармана» на точке наблюдения 1. 1 – *Pentacrinus pentagonalis*; 2 - *Oxytominaequivalvis*; 3 - *Pentagonaster* sp.; 4 – игла морского ежа

Наибольший интерес по нашему мнению представляют валуны и гальки элювия верхнего карбона. Исходя из окатанности, мы предполагаем, что породы довольно продолжительное время пребывали в волноприбойной зоне моря. Далее, большинство окатанных пород покрыты глянцевой темно-шоколадной коркой, похожей на «пустынный загар», что может указывать на аридный климат, который наступил после регрессии моря. Несколько галек были изучены с помощью микроскопа OLYMPUS BX53, в шлифах видны три зоны ожелезнения – внутренняя слабо проявленная, средняя существенно ожелезненная и очень узкая внешняя, несколько более бедная железистыми минералами по сравнению со средней. Ожелезнение предположительно представлено гётитом.

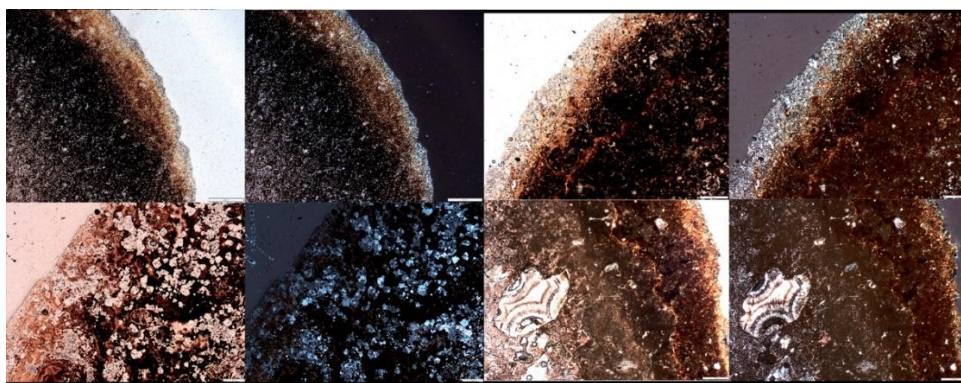


Рис. 3. Шлифы галек, слева – при одном николе, справа николи скрещены.

Выводы

Таким образом, мы можем попытаться частично реконструировать обстановки, которые наступили на обсуждаемой территории после того, как накопление осадков в гжельское время верхнего карбона завершилось. Очевидно, в верхней части гжельских отложений были образованы массивные кремневые прослои. Регрессия моря была постепенной, и в какой-то момент на обсуждаемой территории наступили прибрежные обстановки, то есть волноприбойная зона. Известняки были растворены и размывты, а кремни окатаны в гальки и валуны (нами наблюдалась в числе прочего окатанная плита видимым размером ребра до 1,2 метра). В пермь-триасовое время мы предполагаем аридизацию климата, когда валуны и гальки получили тот самый предполагаемый «пустынный загар», который является предметом нашего интереса. Во время

следующей морской трансгрессии в келловейское время, море в этом месте было весьма мелководным, так как в отложениях мы встречаем только мелкие целиковые раковины, а крупные исключительно в виде обломков, часто слегка окатанных. Далее, вероятно, в оксфордское время море продвинулось дальше, глубина на этом участке стала больше, и на дне начали преобладать закисные условия, что, по нашему мнению, маркируется коричневыми глинами с углефицированным детритом. Выше описанных юрских отложений в наблюдаемых разрезах залегают плащеобразные флювиогляциальные суглинки, и, следовательно, часть юрских отложений, вероятно, была «срезана» четвертичными ледниками. Также вероятно, что юрские пластичные глины местами были вдавлены под валуны карбоновых кремней, что местами наблюдалось в изученных разрезах.

Библиография

1. Вискова Л. А. Новые мшанки *Stenolaemata* из средней юры Москвы и Подмосковья / Л. А. Вискова // Палеонтологический журнал. – 2007. – № 1. – С. 46-55. – EDN HZDKQN.
2. Вискова Л. А. Новые виды стенолемных мшанок из юры Подмосковья и Саратовской области (Россия) / Л. А. Вискова // Палеонтологический журнал. – 2009. – № 4. – С. 51-58. – EDN KPTMFH.
3. Вискова Л. А. Мшанки (*Bryozoa*, *Stenolaemata*) из верхнего келловоя (средняя юра) Подмосковья / Л. А. Вискова, А. В. Пахневич // Палеонтологический журнал. – 2018. – № 6. – С. 12-20. – DOI 10.1134/S0031031X18060132. – EDN YNTOXJ.
4. Вискова Л. А. Новая сверлящая мшанка из средней юры Московской области и ее микротомографическое исследование / Л. А. Вискова, А. В. Пахневич // Палеонтологический журнал. – 2010. – № 2. – С. 38-46. – EDN LOJEQF.
5. Герасимов П.А., Митта В.В., Кочанова М.Д., Тесакова Е.М. Ископаемые келловейского яруса Центральной России / Всеросс. науч.-исслед. геол. нефт. ин-т; Моск. Городск. станц. юн. натуралистов. - М.: 1996. 127с. с илл.
6. Зверьков Н. Г. Юрские морские рептилии Москвы и Подмосковья / Н. Г. Зверьков, А. С. Шмаков, М. С. Архангельский // Труды Геологического института. – 2017. – № 615. – С. 230-263. – EDN USGMQM.
7. Киселев Д. Н. Аммониты и инфразональная стратиграфия бореального и суббореального бата и келловоя / Д. Н. Киселев // Труды Геологического института. – 2022. – № 628. – С. 7-525. – DOI 10.54896/00023272_2021_628_1. – EDN DKLOCP.
8. Макридин В.П. Брахиоподы юрских отложений Русской платформы и некоторых прилежащих к ней областей, 1964 С. 192, табл. XI, фиг. 7, 8, 9, 10, 11.
9. Маленкина С. Ю. Вариативность морфологии юрских микробиальных построек Европейской России как отражение обстановок их формирования / С. Ю. Маленкина // Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии: материалы VIII Всероссийского совещания с международным участием, Москва, 07–10 сентября 2020 года. – Сыктывкар: Институт геологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, 2020. – С. 142-145. – EDN SJKJHK.
10. Эрлангер А.А., Абрамова Е.Е. Об изменчивости стеблей *Pentacrinus* из среднего келловоя Гжельского карьера // Бюлл. МОИП, 1968, отд. геол. т. 43, вып. 5, с. 158.

«Геоисторические причины нефтегазовой специализации офшорных осадочных бассейнов Африки». Усова В.М. (РУДН, usova_vm@pfur.ru), Усов А.А. (РУДН, usovrudn@yandex.ru), Котельникова Е.М. (РУДН, kotelnikova_em@pfur.ru)*

Аннотация

В Африке и на ее подводных окраинах расположены осадочные бассейны позднего фанерозоя рифтового происхождения. Причины нефтегазовой специализации бассейнов данного класса остаются во многом неясными. Выявлены закономерности, которые могли иметь в этом отношении определяющее значение. Внутриконтинентальные бассейны характеризуются почти исключительно месторождениями нефти. В периконтинентальных бассейнах значение месторождений газа уменьшалось, а нефти увеличивалось в соответствии с уменьшением времени их рифтового заложения и прогибания (от C_3 , $P-J_1$, K_1 до $J_5-K_1^2$).

Дифференциация бассейнов на тектонотипы «незавершенного» и «завершенного» развития, а также асинхронность прогибания вторых отразившиеся на их нефтегазовой специализации, коррелируются соответственно с размерами и возрастом пан-африканских гранулитовых поясов, в которых бассейны заложились поскольку эти пояса являлись наиболее активными коровыми структурами данная закономерность может рассматриваться как свидетельство влияния их унаследованных или возрожденных глубинных «энергосистем» на процессы рифтогенеза и генерации углеводородов. Привлечение данных сейсмотомографии показало, что преимущественно нефте- и газоносные рифтогенные бассейны расположены в областях соответственно менее и более разогретой мантии. Приведен пример вероятного влияния на нефтегазовые системы бассейнов центров кайнозойского островного вулканизма.

Сравнительный анализ геолого-геофизических данных, в том числе и по тепловым потокам, приводит к заключению, что температурные условия образования углеводородов в рифтогенных бассейнах Африки определялись сочетанием глубинных тепловых систем разных масштабов: региональных (континент-океан), субрегиональных (корово-структурных) и локальных (вулканических центров).

Ключевые слова: тектонотипы, рифтогенные бассейны, островной вулканизм, сейсмотомография

Многими исследователями установлено, что в генерации углеводородов в офшорных бассейнах Африки главное значение имели их верхние, дрифтовые комплексы морских отложений, накопившиеся при расширении океанов и удалении (дрифте) континента от срединно-океанических хребтов. Проведенное исследование показало, что нефтегазовая специализация бассейнов при этом коррелируется с длительностью накопления их нижних рифтовых комплексов континентальных отложений [1].

По соотношению временных интервалов формирования рифтовых комплексов бассейнов и их нефтегазовой специализации выделяются три главные группы этих структур [2]: $C_3(P)-J_1(K_1^1)$ – исключительно газоносные (Восточная, Юго-Западная Африка), $P-T(J_1)$ – преимущественно газоносные (Северо-Западная Африка), $J_3(J_2)-K$ и K_1^2 – преимущественно нефтеносные (Дуга Гвинейского залива) (рис. 1).



Рисунок 1. Расположение рифтогенных бассейнов с различной нефтегазовой специализацией. 1 – рифтовые внутриконтинентальные бассейны - почти исключительно нефтеносные; 2-5 – эпирифтовые периконтинентальные бассейны: 2 – преимущественно нефтеносные; 3 – преимущественно газоносные; 4 – почти исключительно газоносные; 5 – бассейны Морондава с термально разрушенными месторождениями нефти; С – Сирт, Т – Термит, Му – Муджлад

Согласно предложенной модели, объясняющей это несоответствие, главные температурные условия генерации углеводородов в бассейнах определяются сочетанием двух факторов: 1) соотношением длительности рифтового разогревания и дрифтового охлаждения коровых комплексов бассейнов (фактор, базирующийся на существующих представлениях о развитии пассивных окраин континентов) и 2) температурном состоянии недр Африки и океанов в зонах их сочленения (фактор, базирующийся на данных сейсмографии) [3].

Длительность синрифтового разогревания континентальной литосферы, внутририфтовое рождение и последующее спрединговое тиражирование различно разогретой океанической литосферы определялись единичными глубинными «энергосистемами» древнего происхождения [4].

Выводы

Следует отметить, что нефтегазовая специализация осадочных бассейнов рифтогенного происхождения Африки коррелируется с временем заложения, а генерация углеводородов в бассейнах происходила при влиянии разных глубинных источников. В бассейнах, перешедших в стадию переконтинентального прогибания большое значение, имело влияние «тепловых полей» и островной магматизм.

Результаты исследования можно рассматривать в качестве научной базы для оценки перспективности рифтогенных бассейнов с целью обнаружения залежей нефти или газа

Благодарности

Выражаем слова благодарности профессору доктору геолого-минералогических наук за содействие в написании данной работы.

Библиография

1. Долгинов Е.А., Д'Альмейда Ж.Ф. Соотношение рифтов позднего фанерозоя со структурами докембрийского фундамента Аравийско-Африканской платформы // Геотектоника. 2002. № 5. С. 23–31.
2. Моделевский М.С., Моделевский М.М. Общая оценка нефтегазового потенциала Африканского континента // Геология и Геофизика. 2016. Т. 57. № 9. С. 1707–1714. <https://doi.org/10.15372/GiG20160909>
3. Хуторской М.Д. Глубина источников и тепловой режим мантийных плюмов // Мониторинг. Наука и технологии. 2021. № 3 (49). С. 20–31. <https://doi.org/10.25714/MNT.2021.49.003>
4. Gillard M., Sauter D., Tugend J., Tomasi S., Epin M., Manatschal G. Birth of an oceanic spreading center at a magma-poor rift system // Scientific Reports. 2017. Vol. 7. Article No. 15072. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-15522-2>

Адаптации трилобитов для защиты от хищников. Черкасова Е.А. (МГРИ-РГГРУ, cherkasovael2233@gmail.com), Посадская А.С. (МГРИ-РГГРУ, anna.posadskya@gmail.com)*

Аннотация

Рассмотрена общая характеристика многосегментных трилобитов и их адаптации для защиты от хищных организмов. Многие трилобиты обладали способностью свертываться, которая появилась не на самых ранних стадиях эволюционного развития класса, а лишь при появлении опасных врагов. Помимо свертывания, трилобиты использовали в качестве защиты от хищников иглы, которые могли покрывать внешнюю поверхность панциря.

Ключевые слова

Многосегментные трилобиты, палеозой, адаптация, цефалон, пигидий, пандеровы органы.

Теория

Одним из крупнейших типов животных являются членистоногие, которые возникли в воде как придонные организмы и их эволюция в основном шла в водной среде. Они появились в самом начале кембрийского периода. Скорее всего, их предками были кольчатые черви. Древнейшие ископаемые членистоногие, жившие примерно 535 миллионов лет назад, относятся к трилобитам. Трилобиты (лат. “tri” – три, “lobos” – лопасть) – группа членистоногих, наиболее сходная с их общим предком, появившаяся в начале кембрия и вымершая в пермском периоде (примерно 250 млн. лет назад).

Существует порядка 10 отрядов трилобитов: Agnostida, Redlichiida, Corynexochida, Odontopleurida, Lichida, Phacopida, Proetida, Asaphida, Harpetida, Ptychopariida, которые включают в себя около 5000 родов и около 10000 (по другим данным 20000) видов трилобитов. Сами отряды разделены на два подкласса: малочленистые (включающие отряд Agnostida) и многочленистые (все остальные).

Панцирь, выделяемый эпителием спинной стороны, представляет собой тонкий хитиноидный покров, пропитанный карбонатом кальция, иногда фосфатом кальция, и является трёхслойным. Его внешняя поверхность гладкая или с выступами. Размеры панцирей от нескольких миллиметров до 90,0 см. Панцирь трилобита разделен продольно и поперечно, покрывал тело трилобита со спинной стороны и слегка подгибался по бокам на брюшную сторону, образуя полосу различной ширины, называемую дублюрой (или заворотом). Под головным щитом панцирь доходил до ротового отверстия (гипостома) и немного заходил за него (метастома). С брюшной стороны трилобиты были покрыты очень тонкой оболочкой (мембраной), которая прикреплялась к дублюре и поддерживалась отростками, отходящими от нижней стороны спинного щита в области спинных борозд. Головной и хвостовой щиты – единые образования, а туловищный отдел состоит из различного числа подвижно-сочлененных сегментов. Продольные борозды обособляют осевую часть и две боковые, это и определило название – трилобиты. Осевая часть головного щита называется глабель, а туловищного отдела и хвостового щита – рахис. Боковые части головного щита обособляются в щеки, а соответствующие стороны туловищного отдела и хвостового щита – в плевры. Головной щит (цефалон) имеет различные формы. Это единое образование, возникшее за счет слияния пяти сегментов. На число сегментов

указывают пять пар членистых конечностей, прикрепленных к головному щиту. Первая пара длиннее остальных и по аналогии с современными членистоногими, возможно, представляла антенны. По краям глаз проходили лицевые швы, которые разделяли щеки на подвижные и неподвижные. В период между линьками обе щеки были одинаково неподвижны, а с началом линьки по лицевым швам отделялись подвижные щеки и освобождались глаза, что приобретало особенно важное значение в период линьки. Трилобиты в течение жизни линяли до 30 раз. Туловищный отдел (торака) состоял из подвижно сочлененных сегментов, число которых варьировало до 44. В осевой части (рахис) сегменты приподняты, а по бокам (плевры) уплощены. Такое строение позволяет даже в случае находки единственного сегмента отличить трилобитов от других членистоногих.

Многие трилобиты обладали способностью свертываться, которая появилась не на самых ранних стадиях эволюционного развития класса, а лишь при появлении опасных врагов (головоногие моллюски, ракоскорпионы, рыбообразные позвоночные, рыбы). При сворачивании гибкая спина изгибалась, и пигидий соединялся с цефалоном (рис. 1). Такая форма самозащиты, обеспечившая плотное закрывание панциря помогала сохранить конечности и мягкое брюшко. Обращает на себя внимание удивительная “подогнанность” в строении головного и хвостового щитов у каждой формы, что обеспечивает возможность плотного смыкания краев головного и хвостового щитов при свертывании животного. Находки свернувшихся трилобитов свидетельствуют о том, что найденный образец является самим трилобитом, а не сброшенной при линьке оболочкой (экзоскелетом). Способность трилобита сворачиваться является средством пассивной защиты от врагов.

У многих трилобитов были развиты особые органы, названные А. Фольбортом в 1857 г. пандеровыми органами. Они были открыты русским академиком Х.И. Пандером в 1855 г. в ходе изучения *Asaphus expansus* Daln. из ордовика Прибалтики. Затем аналогичные органы были обнаружены у многих других форм [1–7].

Пандеровы органы – сквозные отверстия или вырезки в дублюре задней части неподвижных щёк и плевр торакса, передний край которых приподнят в виде бугорка, являющегося упором для переднего края последующего сегмента при свертывании трилобита. Бугорки пандеровых органов всеми исследователями рассматриваются как упоры, препятствующие смещению плевр дальше этих бугорков при свернутом состоянии трилобита, когда каждая плевра заходит под предыдущую плевру и своим передним краем упирается в бугорок пандерова органа предыдущей плевры.

Исследователи связывают развитие пандеровых органов с появлением у трилобитов способности свертываться и рассматривают бугорки пандеровых органов как “замки” на плеврах. Когда трилобит был свернут, вода просачивалась между плеврами и через отверстия пандеровых органов проникала внутрь панциря, непрерывно принося с собой кислород к жабрам конечностей, вследствие чего трилобит мог длительное время находиться в свернутом состоянии.

В строении замков у разных родов наблюдается большое разнообразие, но у разных видов одного и того же рода строение замков в общих чертах одинаково. Дальнейшее изучение, возможно, укажет, что эта деталь в строении панциря трилобитов имеет систематическое значение. Не исключена также возможность конвергентного развития одинаково устроенных замков у неродственных форм.

У представителей рода *Asaphus* на утолщенном боковом крае дублюры головного щита имеется замочная ямка, а на дублюре переднего угла хвостового щита замочный бугорок, плотно входящий при свертывании трилобита в замочную ямку головного щита.

Совершенно ясно, что при таком положении невозможно движение плевр дальше вперед, поскольку каждая следующая плевра своим передним краем входит под загнутый назад бугорок пандерова органа. Также невозможным оказывается и боковое смещение головного и хвостового щитов.



Рисунок 1. Примеры свернувшихся трилобитов. Коллекция кафедры палеонтологии и региональной геологии МГРИ. Длина масштабной линейки 2 см.

Раннекембрийские трилобиты (надсемейство *Olenelloidea*) обладали шипами, крупным головным и маленьким хвостовым щитами и не умели сворачиваться. В среднекембрийскую эпоху появляется несколько родов трилобитов, для которых характерно увеличение размера хвостового щита, что, по-видимому, связано с необходимостью выработки защитного приспособления путем сворачивания. Так, в совершенстве развитой способностью к сворачиванию обладали представители *Asaphoidea*, у которых форма хвостового щита соответствует форме головного щита, что обеспечивало плотное замыкание панциря при сворачивании. Помочь при встрече с крупным хищником (который мог бы проглотить свернутого трилобита целиком) это не могло. Тем не менее, свёртывание приводило к уменьшению в объёме и давало возможность быстрого погружения в ил, что лучше могло предохранить трилобитов от крупных головоногих и других врагов. Косвенным подтверждением данного положения является сравнительно большое количество находок свёрнутых трилобитов в ископаемом состоянии. Свернутые спинные панцири могли сохраниться только при условии, если трилобиты погибли в иле, иначе ослабление и разрушение мышц заставило бы панцирь развернуться. Помимо свёртывания, трилобиты использовали в

качестве защиты от хищников иглы, которые могли покрывать внешнюю поверхность панциря. Шипы сохраняются у особей на всех стадиях индивидуального развития, в том числе и у взрослых форм. Многие трилобиты обладали щёчными остроконечиями и длинным хвостовым шипом. Торчащие заостренные иглы на свободных щёках и на конце хвостового щита у трилобитов, встречающихся в известняках, например у рода *Paradechenella*, несомненно, использовались именно в качестве защитной системы из трёх направленных в разные стороны шипов. Находки трилобитов в породах, представлявших собой ранее илистые грунты, могут свидетельствовать о том, что длинные плевральные шиловидные отростки на туловище и хвостовом щите, а также краевые шипы на головном щите, расположенные в горизонтальной плоскости, не только использовались для защиты, но и увеличивали поверхность тела и препятствовали погружению в ил. Шипообразные выросты глабели, имевшиеся у некоторых трилобитов, например у представителей рода *Amruх*, по-видимому, служили для разрывания ила с целью поисков питательных остатков (возможна аналогия с водоплавающими птицами или некоторыми рыбами). Некоторые мелкие трилобиты, обладавшие многочисленными тонкими шипами, возможно, вели планктонный образ жизни.

Выводы

Для защиты от хищников трилобиты использовали различные адаптации. Многие трилобиты обладали способностью свертываться, которая появилась не на самых ранних стадиях эволюционного развития класса, а лишь при появлении опасных врагов (головоногие моллюски, ракоскорпионы, рыбообразные позвоночные, рыбы). В процессе длительной борьбы за жизнь у них возникли разнообразные и рационально построенные приспособления, играющие роль замков при свертывании панциря. Помимо свертывания, трилобиты использовали в качестве защиты от хищников иглы, которые могли покрывать внешнюю поверхность панциря.

Библиография

1. Балашова Е.А. К истории развития рода *Asaphus* // Стратиграфия и фауна ордовика и силура Запада Русской платформы. 1953. с. 385–437. (Тр. ВНИГРИ, Новая серия, вып. 48).
2. Балашова Е.А. К морфологии трилобитов // Вопросы палеонтологии. 1955. Т. 2. С. 19–35.
3. Максимова З.А. Трилобиты среднего и верхнего девона Урала и Северных Мугоджар. Москва: Госгеолтехиздат, 1955. 264 с. (Труды ВСЕГЕИ. Новая серия, т. 3).
4. Михайлова И.А., Бондаренко О.Б. Палеонтология. М.: Изд-во МГУ, 2006. 592 с.
5. Основы палеонтологии. Членистоногие. Трилобитообразные и ракообразные. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 515 с.
6. Суворова Н.П. Трилобиты–протолениды кембрия востока Сибирской платформы. М.: Изд-во АН СССР, 1956. 156 с. (Тр. Палеонт. ин-та, т. LXIII).
7. Черкасова Е.А., Посадская А.С., Комаров В.Н. Адаптации трилобитов для защиты от хищников (на примере коллекции кафедры региональной геологии и палеонтологии МГРИ) // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 56. С. 16–28.

*Особенности геологического строения и закономерности золотого рудообразования Албазинского рудного поля Трушин С. И. *(АО «Полиметалл», Trushin@polymetal.ru), Кириллов В.Е. (ИТuГ ДВО РАН, kirillov@itig.as.khb.ru), Иванов В.В. (ДВГИ ДВО РАН, d159327@yandex.ru)*

Аннотация. В работе рассматриваются особенности локализации месторождения Албазино (Хабаровский край). Показано, что месторождение приурочено к корневым частям палеовулканических структур, находится в их терригенном основании и контролируется меридиональными трещинами отрыва и растяжения. Околорудные изменения относятся к березитам с кварцевыми и кварц-карбонатными прожилками, к которым приурочена золотая минерализация. Месторождение относится к низкосульфидному типу.

Ключевые слова: Месторождение Албазино, рудная зона, золото, факторы локализации

Золоторудное месторождение Албазино находится на левобережье реки Амгунь, в восточной части административного района им. П. Осипенко Хабаровского края (рис. 1). В настоящее время разрабатывается ОАО «Ресурсы Албазино» (АО «Полиметалл»).

Целью настоящей работы является определение условий локализации золотого оруденения и основных закономерностей рудообразования в пределах Албазинского рудного поля.

Для изучения Албазинского месторождения использовался комплекс структурных, петрографических и геофизических методов исследований.

Геолого-структурное строение района Албазинского месторождения

Район Албазинского месторождения принадлежит Амгунскому террейну и входит в Нижнеамурскую складчатую зону, сформировавшуюся в мезозое в результате аккреции юрских окраинно-континентальных шельфовых и турбидитовых комплексов к Северо-Азиатскому кратону и Монголо-Охотскому поясу [3].

В домеловое время в районе преобладали процессы сжатия с появлением региональных складок северо-восточного простирания, в послемеловое – блоковых перемещений и растяжения, сопутствующие появлению даек, разрывов и сбросов.

Амгуно-Сомнинский горст-антиклинорий, в пределах которого расположено Албазинское рудное поле (РП), сложен терригенными образованиями, с участием кремнистых пород и спилитов. Антиклинорий вытянут в северо-восточном направлении, имеет ступенчатое строение в поперечном разрезе (рис. 1). Предполагается, что в позднемеловое время большая часть этого района, и в том числе Албазинская площадь, были перекрыты покровными фациями вулканитов Эвурского вулканогена, остатки которых закартированы на крыльях антиклинория. В центральной части антиклинория покровная фация вулканитов срезана эрозией, и на поверхность среди терригенных пород выходят образования, которые интерпретируются как корневые фации вулканитов (дайки разной морфологии, мелкие интрузивные тела) в пределах предполагающейся эродированной палеокальдеры.

Структура Албазинского рудного поля (15 км²) отличается значительной сложностью, что обусловлено длительностью развития участвующих в его строении геоструктурных элементов, их трансформациями и телескопированностью.

По данным аэромагниторазведки, в присводовой части Омальского горст-антиклинория отчётливо выделяется округлая структура диаметром 6.5 км, интерпретирующаяся как глубоко эродированная кальдера компенсационного типа. Для неё типично резко дифференцированное знакопеременное мозаичное магнитное поле, с

сочетанием изометричных и линейных аномалий, что обусловлено сложным внутренним геологическим строением структуры. Окружающее пространство за пределами структуры характеризуется ровными, слабо дифференцированными и слабоположительными магнитными полями. Албазинское РП приурочено к западной части палеовулканоструктуры.

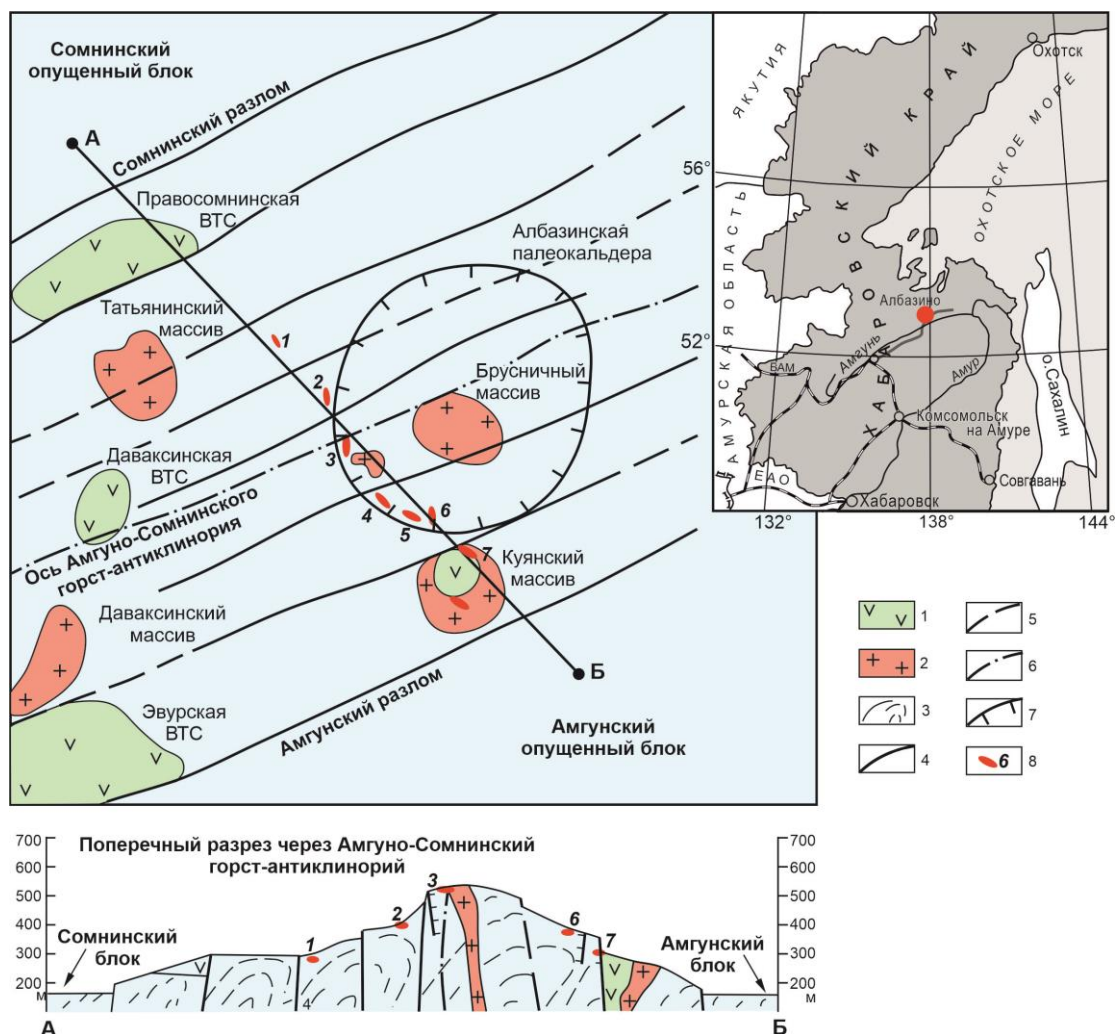


Рис. 1. Схема Омальского горст-антиклинория и его поперечный разрез

Условные обозначения: 1 – поля вулканитов; 2 – интрузивные массивы; 3 – региональные складки (на разрезе); 4 – разломы, прослеженные геологическими наблюдениями с использованием дешифрирования космоснимков; 5 – то же, предполагаемые; 6 – ось горст-антиклинория; 7 – граница палеокальдеры; 8 – рудные зоны: 1 – Татянинская, 2 – Анфисинская, 3 – Ольгинская, 4 – Екатерининская, 5 – Екатерининская-2, 6 – Фаридинская, 7 – Куянская

Область палеокальдеры характеризуется высокой тектонической нарушенностью и насыщенностью дайками и малыми интрузивными телами, в центре выходит субвулканическое тело. Предполагается, что структура заложилась в узле пересечения северо-западной магмаконтролирующей и северо-восточной сдвиговой разломных систем.

Рудолокализирующая субмеридиональная система представляет собой трещины скола, отрыва и растяжения углами падения 30-50° в восточных румбах, вдоль которых в несколько стадий внедрились многочисленные дайки умеренно кислого, в меньшей степени среднего состава (рис. 2). Эти же зоны растяжения использовались как «структурные ловушки» гидротермальными растворами, интенсивно переработавшими вмещающие породы и сформировавшими ряд рудных тел. Субмеридиональные нарушения могли образоваться как трещины отрыва в связи с левосторонними движениями блоков вдоль северо-восточных разломов. Рудные зоны часто расщепляются и ассоциируются с дайками, которые имеют сходное с ними падение.

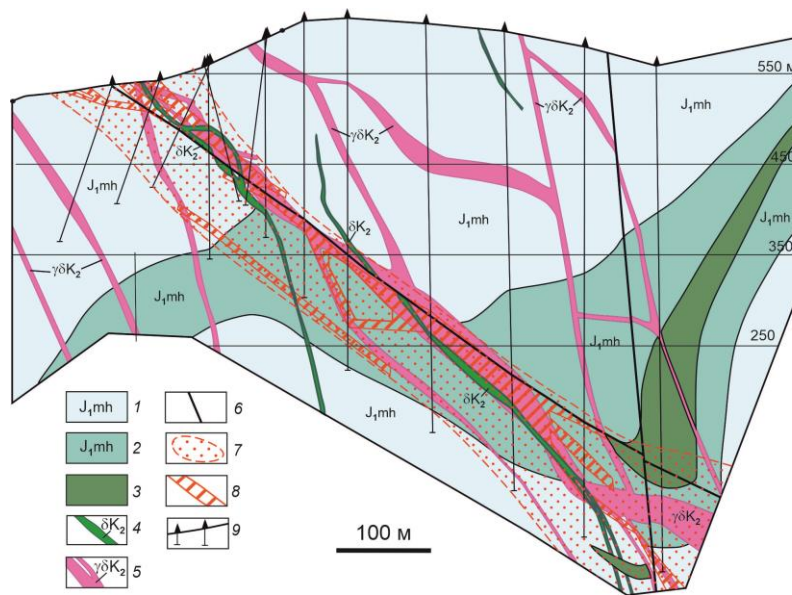


Рис. 2. Ольгинская рудная зона, поперечный геологический разрез

1-3 михалицинская свита J_1 : 1 – песчаники; 2 – толща глинисто-кремнистых пород, алевролитов и песчаников, 3 – спилиты; 4 – диориты K_2 ; 5 – гранодиориты и гранодиорит-порфиры K_2 ; 6 – разломы; 7 – ореолы березитизированных пород; 8 – рудные тела; 9 – скважины.

Локализация оруденения во многом обусловлена наличием кальдеры, в пределах которой существовали условия для масштабного извлечения гидротермами из окружающих и магматических пород рудных элементов, их миграции и локализации в благоприятных структурных и литологических условиях. Гидротермальные изменения проявились на площади около 10 км², с появлением метасоматитов рудоносной березитовой формации. В зонах разрывных нарушений породы разбиты многочисленными трещинами, с кулисообразными и сетчатыми прожилками кварцевого, кварц-карбонатного состава с участием серицита и сульфидов. Самородное золото образует микроскопические ксеноморфные выделения в ассоциации с арсенопиритом, пиритом и блеклой рудой. Содержание Au в золотилах 65,8-79,1 мас. %. Количество сульфидов 2-6% (пирит, арсенопирит, реже галенит, сфалерит, халькопирит, блеклая руда).

Для рудоносных зон характерно повышенное содержание, кроме Au (5.1-11.3 г/т), ещё As (до 0,51 вес. %), Ag (среднее 9 г/т), Sb (до 44 г/т). Подобная ассоциация

характерна для низкотемпературных убогосульфидных и малосульфидных месторождений подобного типа Дальнего Востока и Забайкалья [1].

Выводы

Оруденение сформировалось в позднемеловое время на последнем этапе магматической активности. Его генератором и источником служил магматический очаг (субвулканическое тело) в центральной части вулканоструктуры. Почти все дайки РП преобразованы по объёму (аргиллизированы, окварцованы), что говорит о том, что они служили каналами движения рудогенных растворов. Выносимые элементы, в том числе Au и Ag, мигрировали с гидротермальными растворами от продуцирующего магматического очага в зоны пониженного стрессового давления и разгрузки (снизу вверх и к периферии с северо-востока на юго-запад) в зону Албазинского разлома.

Масштабное промышленное оруденение в пределах Албазинского рудного поля возникло в результате благоприятного сочетания ряда факторов. К ним относятся:

1) Структурные факторы: а) образование кальдеры. Известно, что «кальдеры являются промышленно-экономически важными местами расположения рудных месторождений и геотермальных систем, корни которых находятся в вулканоплутонической переходной зоне» [4]; б) наличие рудоконтролирующих и рудолокализирующих нарушений; 2) магматический фактор: наличие геохимически специализированных на золото интрузий гранодиоритов; 3) литологический фактор: сочетание проницаемых и не проницаемых контрастных пород различного состава и углеродсодержащих пород; 4) метасоматический фактор: масштабное преобразование пород на последнем этапе эволюции палеокальдеры и вулканоструктур.

Оруденение Албазинского месторождения может быть отнесено к золото-сульфидно-кварцевой формации, золото-малосульфидному минеральному типу и, имея в виду повышенное содержание серебра и низкотемпературность оруденения, вероятно, к промежуточному типу между золото-кварцевой и вулканогенной золотосеребряной формациями.

По литературным данным, для вулканических кальдер послегеосинклинальных орогенных областей характерны эпитермальные месторождения, контролируемые дуговыми, радиальными разломами и вулcano-купольными структурами. Примером золоторудного месторождения в кальдере является Лепанто на Филиппинах в фундаменте кальдеры [4], а также Купол на Чукотке в прибортовой части локальной вулканической депрессии [2].

Предложенная модель образования месторождения в эродированной палеовулканоструктуре на уровне её корневых частей предполагает магматический источник рудного вещества и учитывает связь оруденения с вулканогенными формациями. На Дальнем Востоке России Албазинское месторождение является единственным крупным объектом подобного типа.

Литература

1. *Вольский А.С., Шатков Г.А., Красный Л.И. и др.* Тектоника, глубинное строение и минерагения Приамурья и сопредельных территорий. Санкт-Петербург, изд-во ВСЕГЕИ, 2004. 190 с.

2. *Горячев Н.А., Волков А.В., Сидоров А.А., Гамянин Г.Н., Савва Н.Е., Округин В.М.* Золотосеребряное оруденение вулканогенных поясов Северо-Востока Азии //Литосфера. 2010. №3. С.36-50.

3. *Ханчук А.И., Иванов В.В.* Мезо-кайнозойские геодинамические обстановки и золотое оруденение Дальнего Востока России // Геология и геофизика. 1999. Т. 40, № 11. С. 1635-1645.

4. *Lipman P.W.* The Roots of Ash Flow Calderas in Western North America: Windows In to the Tops of Granitic Batholiths // J. of Geophys. res., 1984. Vol. 89, p. 8801-8841.