

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА, ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**ФИЛИАЛ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ
М.В. ЛОМОНОСОВА В ГОРОДЕ ДУШАНБЕ**



**МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ГЕОЛОГИЯ В ПРОСТРАНСТВЕ И ВРЕМЕНИ»,
ПОСВЯЩЁННАЯ**

**270-тилетию МГУ имени М.В. Ломоносова,
75-летию Геологического факультета МГУ имени
М.В. Ломоносова и
15 -летию Филиала МГУ имени М.В. Ломоносова
в городе Душанбе**

УДК 55

Сборник тезисов Международной научной конференции «Геология в пространстве и времени», посвященной 270-летию МГУ имени М.В. Ломоносова, 75-летию Геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова и 15-летию Филиала МГУ имени М.В. Ломоносова в городе Душанбе: [электронное издание сетевого распространения]. – М.: «КДУ», «Добросвет», МГУ имени М.В. Ломоносова, 2024. – 183 с. – URL: <https://bookonlime.ru/node/73830> – doi: 10.31453/kdu.ru.978-5-7913-1373-7-2024-183.

ISBN 978-5-7913-1373-7

В сборнике представлены статьи участников Международной научной конференции «Геология в пространстве и времени» (15-17 марта 2024 года). Тезисы содержат различные аспекты фундаментальных и прикладных научных исследований в области геологии. Тезисы приведены в редакции авторов.

Ответственный редактор: Л.В. Шванская.

Члены редколлегии: Е.И. Овчаренко.

Электронное издание сетевого распространения.

Макет подготовлен заказчиком. Опубликовано 05.03.2024.

Издательство «КДУ»: 8(495) 638-57-34. www.kdu.ru

ISBN 978-5-7913-1373-7

© Авторы статей, 2024
© Издательство «КДУ», 2024

Программный комитет:

Еремин Николай Николаевич, д.х.н., член-корр. РАН, декан Геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова

Мазей Юрий Александрович, д.б.н., профессор, проректор МГУ имени М.В. Ломоносова

Трофимов Сергей Викторович, к.соц.н., директор филиала МГУ имени М.В. Ломоносова в г. Душанбе

Ганиев Рустам Гафурович, к.э.н., исполнительный директор филиала МГУ имени М.В. Ломоносова в г. Душанбе

Бобров Андрей Викторович, д.г.-мин.н., профессор РАН, зам. Декана Геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова по научной работе

Организационный комитет

Нидоев Давлат Назридинович, к.ю.н., зам.проректора МГУ имени М.В. Ломоносова

Шванская Лариса Викторовна, д.х.н., геологический факультет МГУ

Булычев Андрей Александрович, д.ф.-м.н., геологический факультет МГУ

Веселовский Роман Витальевич, д.г.-м.н., проф. РАН, геологический факультет МГУ

Диноршоҳ Азиз Мусо, д.ю.н., проф., филиал МГУ имени М.В. Ломоносова в г. Душанбе

Умарова Татьяна Мухсиновна, д.т.н., филиал МГУ имени М.В. Ломоносова в г. Душанбе

Никишин Анатолий Михайлович, д.г.-мин.н., геологический факультет МГУ

Одинабеков Джасур Музофирович, к.ф.-м.н., филиал МГУ имени М.В. Ломоносова в г. Душанбе

Широков Владимир Николаевич, к.г.-м.н., геологический факультет МГУ

Салихов Фарид Салохиддинович, к.г.-м.н., филиал МГУ имени М.В. Ломоносова в г. Душанбе

Фролова Юлия Владимировна, д.г.-мин.н.,

Харитонова Наталья Александровна, д.г.-м.н., геологический факультет МГУ

Бобоев Шараф Асрорович, филиал МГУ имени М.В. Ломоносова в г. Душанбе

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

ЭКСПРЕСС-МЕТОДЫ ОЦЕНКИ УПЛОТНЕНИЯ НАСЫПНЫХ ГРУНТОВ <i>Алексеев А.Г., Гречищева Э.С.</i>	10
ЛАБОРАТОРИЯ ГЛУБИННЫХ ГЕОСФЕР ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ: ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ, РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ <i>Бобров А.В., Еремин Н.Н., Бенделиани А.А., Марченко Е.И., Пуцаровский Д.Ю.</i>	13
ВЕЧНАЯ МЕРЗЛОТА ТАДЖИКИСТАНА И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ <i>Брушков А.В. Гагарин В.Е., Додобоев Э.И., Кошурников А.В. Набиев И.А.</i>	15
СТРАТЕГИЯ ЗАХОРОНЕНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА ПРИ ДОБЫЧЕ АЛМАЗОВ ИЗ КИМБЕРЛИТОВ <i>Бычков А.Ю., Николаева И.Ю., Лубкова Т.Н.</i>	17
ГЕОЛОГИЯ В МГУ - ТРАДИЦИИ И ИННОВАЦИИ <i>Еремин Н.Н.</i>	20
GEOPHYSICAL METHODS IN ARCHEOLOGY OF THE SOUTHERN PART OF UZBEKISTAN <i>Zakirov A.Sh., Yanbukhtin I.R., Mamarozikov T.U., Alimukhamedov I.M., Musaev U.T., Oripov N.K., Otajonova Sh.Kh., Vahobov J.A. Jukov A.V.</i>	22
ПЛАТИНОИДЫ АЛМАЛЫКСКОГО РУДНОГО РАЙОНА (УЗБЕКИСТАН) <i>Каримова Ф.Б., Джуманиязов Д.И.</i>	23
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗРАСТА КВАРЦА ПО РАДИАЦИОННЫМ ЦЕНТРАМ <i>Кошуг Д.Г.</i>	26
ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЦИОНАЛЬНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ <i>Саидов М.С., Салихов Ф.С., Магдиев М.М.</i>	28
ГЕОЛОГИЯ ТАДЖИКИСТАНА НА ФОНЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ ГЕОЛОГИИ АЗИИ <i>Никишин А.М.</i>	30
ВЫДАЮЩИЕСЯ МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ ТАДЖИКИСТАНА <i>Пеков И.В.</i>	31
ВЛИЯНИЕ СТИЛЯ СУБДУКЦИИ НА РЕЦИКЛИНГ ВОДЫ В МАНТИИ В ИСТОРИИ ЗЕМЛИ <i>Перчук А.Л., Захаров В.С., Геря Т.В.</i>	33
ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД <i>Поздняков С.П., Гриневский С.О., Ведяшкина В.В.</i>	34
ФИЛИАЛ МГУ В ГОРОДЕ ДУШАНБЕ – ОТ НАЧАЛА ДО НАШИХ ДНЕЙ <i>Реймерс А.Н.</i>	37
ОБЗОР ПРИРОДООРИЕНТИРОВАННЫХ РЕШЕНИЙ И ИХ ПОТЕНЦИАЛА ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОЗДУХА И ЗДОРОВОЙ ГОРОДСКОЙ ЖИЗНИ В ДУШАНБЕ И ТАДЖИКИСТАНЕ <i>Саидов М.С., Саидзода С.М., Давлатов Ф.С.</i>	39
Ru, Os, Ir, Rh, Pt, Pd – ГЕОХИМИЯ, МИНЕРАЛОГИЯ, МЕСТОРОЖДЕНИЯ <i>Спиридонов Э.М.</i>	41
ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ НОВОГО НАПРАВЛЕНИЯ -- ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ В МОСКОВСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА <i>Трофимов В.Т., Харьковина М.А., Николаева С.К.</i>	44
К 75-ЛЕТИЮ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ: О РОЛИ КАФЕДРЫ ДИНАМИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ В ПОДГОТОВКЕ НАУЧНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАДРОВ УЗБЕКИСТАНА <i>Умурзаков Р.А., Ходжаев А.К.</i>	46

УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ

ПРИНЦИПЫ ВЫДЕЛЕНИЯ СТАБИЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ В СТРУКТУРНОМ СЕМЕЙСТВЕ КУРЧАТОВИТА $\text{CaMg}(\text{B}_2\text{O}_5)$, ОСОБЕННОСТИ ИХ ОБЪЕДИНЕНИЯ И ПОЛИТИПИИ	
<i>Аксенов С.М., Банару А.М., Антонов А.А., Банару Д.А., Ямнова Н.А.</i>	49
КОРРЕЛЯЦИИ ИНДЕКСОВ СЛОЖНОСТИ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СТРУКТУР НА ПРИМЕРЕ МИНЕРАЛОВ РТУТИ	
<i>Банару Д.А., Аксенов С.М.</i>	51
ФЛОГОПИТ – МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ ИНДИКАТОР ГЛУБИННЫХ АССОЦИАЦИЙ	
<i>Бенделиани А.А., Бобров А.В., Еремин Н.Н.</i>	52
ПРОЯВЛЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА В РЕЗУЛЬТАТАХ ИНВЕРСИИ ДАННЫХ РАЗДЕЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ МЕТОДА ЭЛЕКТРОТОМОГРАФИИ	
<i>Большаков Д.К., Модин И.Н.</i>	54
КОМПЛЕКСНЫЕ ГЕОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ПОИСКАХ НЕФТИ И ГАЗА	
<i>Большакова М.А., Ступакова А.В., Ситар К.А., Соболева Е.В.</i>	56
EVALUATION OF BUILDING DYNAMIC PROPERTIES USING MICROTREMOR ANALYSIS	
<i>Vahobov J., Otajonova Sh.Kh., Oripov N.</i>	57
ТЕРМОХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРИ РЕШЕНИИ ТЕКТЕНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ	
<i>Веселовский Р.В., Багдасарян Т.Э., Чистякова А.В.</i>	59
БЕДЛЕНДЫ В ГОРАХ КАБАРДИНО-БАЛКАРИИ КАК ФАКТОР УВЕЛИЧЕНИЯ СЕЛЕВОГО РИСКА	
<i>Гергокова З.Ж.</i>	61
НОВЫЙ ФУНДАМЕНТ ДЛЯ МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ НА МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ И МЕТОДИКА ЕГО РАСЧЕТА	
<i>Горбунова А.А.</i>	63
ОЦЕНКА КОЭФФИЦИЕНТА УПЛОТНЕНИЯ КРУПНООБЛОМОЧНЫХ ГРУНТОВ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА В ПРОЦЕССЕ УСТРОЙСТВА НАСЫПИ	
<i>Гречищева Э.С., Алексеев А.Г.</i>	64
КАМНЕСАМОЦВЕТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ ВОСТОЧНОГО ПАМИРА: РАНГУЛЬСКОЕ ПЕГМАТИТОВОЕ ПОЛЕ И ПЕГМАТИТ АМИГО	
<i>Гриценко Ю.Д., Хайрулина А.Э.</i>	67
НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО МАГНИТОСТРАТИГРАФИИ ЛЕССОВО-ПОЧВЕННЫХ СЕРИЙ ВОСТОЧНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ (РАЗРЕЗ ОТКАЗНОЕ, СТАВРОПОЛЬСКИЙ КРАЙ)	
<i>Дуданова В.И., Константинов Е.А., Веселовский Р.В.</i>	69
УЧЕБНЫЕ ЗАДАЧИ ПО МАЛОГЛУБИННОЙ СЕЙСМОРАЗВЕДКЕ И ГЕОРАДИОЛОКАЦИИ НА АЛЕКСАНДРОВСКОЙ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ МГУ (КАЛУЖСКАЯ ОБЛ.)	
<i>Ермаков А.П.</i>	71
MICRO-MINERALOGICAL FEATURES OF ACCESSORY NOBLE METAL MINERALIZATION OF THE KARASAI ORE OCCURRENCE	
<i>Kamishov V.S., Khalmatov R.A., Krivosheeva A.N., Oripova N.I.</i>	73
ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ КРИСТАЛЛОХИМИЯ МИНЕРАЛОВ ПЛАТИНОВОЙ ГРУППЫ	
<i>Каримова О.В., Межуева А.А.</i>	75
ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГЕОЛОГИИ	
<i>Карпушин М.Ю., Суслова А.А., Галин Н.Р., Ступакова А.В., Коришунов А.А., Беззубов А.Ю., Белецкая Н.В., Сауткин Р.С. Чернявский В.В.</i>	76
COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF GOLD MINERALIZATION IN KYZYLKUM AND NURATA REGIONS	
<i>Khalmatov R.A., Krivosheeva A.N., Oripova N.I., Kamishov V.S.</i>	78
ГЕОЛОГИЯ И НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ СТАРОБИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	
<i>Кишко А.А., Балашова М.М.</i>	80
ОТХОДЫ УГЛЕОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ «КРАСНОБОРОДСКАЯ-КОКСОВАЯ» КАК ИСТОЧНИК ПОТЕНЦИАЛЬНО ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ	

Комарова А. Г., Чикишева Т. А., Прокопьев Е. С., Прокопьев С. А.....	81
FEATURES OF ORE MINERALIZATION OF THE ZARMITAN GOLD ORE ZONE	
Krivosheeva A.N., Khalmatov R.A., Oripova N.I., Kamishov V.S.....	83
ФИЛЬТРАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ПОРОД НЕОГЕН ЧЕТВЕРТИЧНОГО ВОЗРАСТА В РАЙОНЕ ДИГМАЙСКОГО ХВОСТОХРАНИЛИЩА	
Курбонов М.Д., Расторгуев А.В.....	85
ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ КОЛЛЕКТОРСКИХ ГОРИЗОНТОВ МЕЗОЗОЙСКО-КАЙНОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ АФГАНО-ТАДЖИКСКОЙ ВПАДИНЫ В СВЯЗИ С ИХ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬЮ	
Рахимов Ф.А., Мавлони С.Р.....	86
USE OF REFRACTION AND SURFACE WAVE SEISMIC IN VS30 ESTIMATION	
Mamarozikov T.U., Zakirov A.Sh., Yusupov D.D.....	88
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СТРУКТУР И СВОЙСТВ МИНЕРАЛОВ И МАНТИЙНЫХ ФАЗ	
Марченко Е.И., Еремин Н.Н.....	90
ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА РЕСУРСАМИ ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД	
Маслов А.А., Байдарико Е.А., Барановская Е.И., Глухова С.А., Гриневский С.О., Лехов В.А., Преображенская А.Е., Расторгуев А.В., Самарцев В.Н., Сорокоумова Я.В., Спиридонов А.В., Филимонова Е.А., Харитонова Н.А., Поздняков С.П.....	91
ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАБАТЫВАЮЩАЯ СИСТЕМА ГИДРОРЕЖИМНЫХ ДАННЫХ «ДАЙВЕРОВ»	
Мирахмедов Т.Д.....	93
РУДОНОСНОСТЬ АНДЕЗИТОВОЙ ФОРМАЦИИ ОРДУБАДСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ЗОНЫ ЮГА МАЛОГО КАВКАЗА	95
Мобили Р. Б.....	
MAGNETIC PROSPECTING IN THE SEARCH FOR METALLIFEROUS ORE BODIES	
Musaev U.T., Alimukhamedov I.M., Zakirov A.Sh., Yanbukhtin I.R., Oripov N.K., Shukurov Z.M.....	96
THE APPLICATION OF SHALLOW SEISMIC EXPLORATION USING THE REFRACTION WAVE METHOD IN THE DETECTION AND MAPPING OF UNDERGROUND STRUCTURES AND ARCHAEOLOGICAL OBJECTS	
Otajonova Sh.Kh., Oripov N.K., Yusupov D.D., Vahobov J.A., Abdurakhmanov B.G.....	98
ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ ЗОЛЬНОСТИ УГЛЯ	
Пак Д.Ю., Тебаева А.Ю., Пак Ю.Н.....	100
НИЗКОЗАТРАТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ	
Прокопьев Е.С.....	102
ДРЕВНЕЙШИЕ В РОССИИ КИМБЕРЛИТЫ КИМОЗЕРА (КАРЕЛИЯ)	
Путинцева Е.В., Спиридонов Э.М.....	106
МИНЕРАЛЬНЫЕ ГРЯЗИ ОЗЁР СОВЕТСКИХ В БАЛЬНЕОТЕРАПИИ: ФОРМИРОВАНИЕ, СОСТАВ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ	
Разыков Б.Х.....	108
ПОИСКОВЫЕ КРИТЕРИИ ЗОЛОТОРУДНЫХ ФОРМАЦИЙ ЮЖНОГО УЗБЕКИСТАНА	
Розиков О.Т., Марипова С.Т., Хошжанова К.К., Тахиржанова Н.О.....	110
ЛАУРИТ ИЗ ЗОЛОТОРОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СЕВЕРНОГО ПАМИРА (ПЕРВАЯ НАХОДКА В ТАДЖИКИСТАНЕ)	
Салихов Ф.С., Нуруллоев Я.Н., Искандаров Ф.Ш.....	112
STRATOTYPES OF THE LOWER PERMIAN FORMATIONS OF THE NORTHERN PAMIRS AS LITHOSTRATIGRAPHIC GEOLOGICAL MONUMENTS	
Salikhov F.S., Shodii Bek.....	114
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ГЕОЛОГИИ	
Ситар К.А., Еремин Н.Н., Филимонов С.В.....	116
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ БИОДЕГРАДАЦИИ КОМПОНЕНТОВ НЕФТИ В ПРЕДЕЛАХ ЗАЛЕЖИ (НА ПРИМЕРЕ РУССКОГО НЕФТЕГАЗОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО БАССЕЙНА)	

Соболева Е.В., Большакова М.А., Шишина П.Н., Тузов И.В.	119
ОПРОБОВАНИЕ ПЛОЩАДНЫХ МЕТОДИК ЭЛЕКТРОТОМОГРАФИИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ОБЪЕМНЫХ ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ	
Степченков В.С., Большаков Д.К., Модин И.Н.	121
ПРОБЛЕМЫ СТРАТИГРАФИИ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ УЗБЕКИСТАНА	
Тойчиев Х.А., Абдуллаева М.А.	122
МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ СКРЫТЫХ СЛОЕВ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАЗРЕЗОВ	
Тойчиев Х.А., Хусайнов Х.А.	123
ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ МАРГАНЦЕВЫХ РУД УЗБЕКИСТАНА	
Разиков О.Т., Марипова С.Т., Туракулов А.У.	125
РАЗВИТИЕ ИДЕИ ТЕКТОДИНАМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИ РЕКОНСТРУКЦИЯХ ПАЛЕОТЕКТОДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ	
Умурзаков Р.А.	127
ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ НАПОЧВЕННЫХ ПОКРОВОВ ТУНДРОВЫХ И ТАЕЖНЫХ ЛАНДШАФТОВ КРИОЛИТОЗОНЫ НА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ПЛОЩАДКАХ	
Фалалеева А.А.	129
МАГНИТОСТРАТИГРАФИЯ ПОГРАНИЧНЫХ ПЕРМО-ТРИАСОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ	
Фетисова А.М., Веселовский Р.В.	131
СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ СКАЛЬНЫХ ГРУНТОВ И ИХ МАССИВОВ	
Фролова Ю.В.	133
ТЕРМОМИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ: ГЕНЕЗИС И УСЛОВИЯ ЦИРКУЛЯЦИИ	
Харитоновна Н.А., Барановская Е.И., Челноков Г.А., Брагин И.В.	135
ЦЕНТР ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЙ ГЕОХИ РАН	
Шацкий А.Ф.	137
СТРУКТУРНЫЕ ТИПЫ МИНЕРАЛОВ КАК ОСНОВА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	
Шванская Л.В.	137
ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ЛАНДШАФТА С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	
Шерхов А.Х., Акаев А.Р.	139
COMPARATIVE ANALYSIS OF SEISMIC EXPLORATION METHODS RW-MS, RW-MP, MASW FOR CALCULATING VELOCITY CHARACTERISTICS IN ENGINEERING GEOPHYSICAL SURVEYS	
Yusupov D.D., Mamarozikov T.U., Otajonova Sh.Kh.	141
A HARDWARE AND SOFTWARE COMPLEX DESIGN FOR ASSESSING THE SEISMIC RESISTANCE DEFICIT BASED ON A SINGLE-BOARD MICROCOMPUTER RASPBERRY PI	
Yanbukhtin I.R., Mamarozikov T.U., Zakirov A.Sh., Alimukhamedov I.M., Oripov N.K., Lee A.V., Musaev U.T., Abdurakhmonov G.Yu.	144

СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ

ЛИТОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗОЛОТОРУДНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ УЧАСТКА АКЧАСАЙ ЮГО-ЗАПАДНЫХ ОТРОГОВ ЧАТКАЛЬСКОГО ХРЕБТА	
Абдуллаев А.А., Рахмонов С.Б., Чўллийев Ф.С.	147
ПАЛЕОПОЧВЕННАЯ ЗАПИСЬ В ЛЁССАХ ЧИРЧИК-АХАНГАРАНСКОГО РЕГИОНА УЗБЕКИСТАНА	
Абдуназаров У.К., Стельмах А.Г., Сабитова Н.И.	149
THE IMPACT OF THE TECTONIC COLLISION OF SOUTHERN TIAN SHAN AND PAMIR FOR EASTERN UZBEKISTAN	
Abdurakhmanov B.G., Alimukhamedov I.M., Sattorova N.A.	151
EVALUATION OF THE MAGNETIC REFERENCE STATIONS FUNCTIONALITY	
Alimukhamedov I.M., Zakirov A.Sh., Musaev U.T., Yanbukhtin I.R., Kuchkarov K.I.	153
МИКРОКОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ И КАЧЕСТВО МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД САНАТОРИЯ «ШААМБАРЫ» Джимбоева Д.Ф., Харитоновна Н.А.	155

STUDIES TO ASSESS THE SITE EFFECTS ON “SOIL-STRUCTURE” SYSTEMS	
Oripov N., Bozorov J.....	157
GEOCHEMICAL FEATURES OF THE ORES OF THE AMANTAYTAU DEPOSIT	
Oripova N.I., Khalmatov R.A., Krivosheeva A.N., Kamishov V.S.....	158
ДАЙКИ И МАЛЫЕ ИНТРУЗИИ ГОР КАРАТАУ И НУРАТАУ	
Рашидова Д.Х.....	160
СИНТЕЗ И КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА НОВОЙ РАЗНОВИДНОСТИ Cs ₂ HIn(IO ₃) ₆ СО СТРУКТУРНЫМ ТИПОМ K ₂ Ge(IO ₃) ₆	
Реутова О.В., Белоконева Е.Л.....	162
ТЕНДЕНЦИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НИТРАТАМИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД МЕСТОРОЖДЕНИЙ САМАРКАНДСКОЙ ОБЛАСТИ (РЕСПУБЛИКА УЗБЕКИСТАН)	
Таджибаева Н.Р., Рихсибоев Н.Р.	164
К СТРАТИГРАФИИ ПРОДУКТИВНЫХ ГОРИЗОНТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГУМБУЛАК (ГИССАРСКИЕ ОТРОГИ)	
Джалилов Г. Г., Тогаев И.С., Алимов М.М.....	166
К ВОПРОСУ О ВОЗРАСТЕ ЛЁССОВИДНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ РАЗРЕЗА АРКУТСАЙ (РЕСПУБЛИКА УЗБЕКИСТАН)	
Тойчиев Х.А., Таджибаева Н.Р.....	168
ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЭНДОГЕННЫХ ГРЕЙЗЕНОВО-РЕДКОМЕТАЛЬНЫХ ФОРМАЦИЙ ЛЯНГАРСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ	
Усманиев Э.А., Фатхуллаева З.М.	170
ТУРИСТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ УЗБЕКИСТАНА И ПУТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ	
Арипова М.К., Арипов К. Р., Усманова Ш. В.....	172
ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ ВО ВРЕМЕНИ И ПРОСТРАНСТВЕ	
Дудлер И.В., Фуникова В.В.....	174
ВЗАИМОСВЯЗЬ ЭЛЕМЕНТОВ В КВАРЦ-ПОРФИРОВЫХ ПОРОДАХ МЕЖДУ РУЧЬЕМ ШОГАЗ-КАНДЫР	
Халиёров Х.Х., Абдуллаев А.Х., Шаназаров С.И.....	176
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА	
Ходжаева Н.А., Ходжаева Н.А., Ходжаев А.А.....	178

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

ЭКСПРЕСС-МЕТОДЫ ОЦЕНКИ УПЛОТНЕНИЯ НАСЫПНЫХ ГРУНТОВ

Алексеев А.Г., Гречищева Э.С.

АО «НИЦ «Строительство», НИИОСП им. Н.М. Герсевича,
г. Москва, adr-alekseev@yandex.ru

Определение коэффициента уплотнения насыпных грунтов является актуальной геотехнической задачей при подготовке основания для возведения инженерных сооружений. Коэффициент уплотнения песчаных грунтов определяют на основе предварительных определений максимальной плотности при оптимальной влажности грунта [ГОСТ 22733-2016] и определения фактических значений плотности и влажности грунта при устройстве отсыпки [ГОСТ 5180-2015]. Определение влажности и плотности грунта должно осуществляться в соответствии с действующими нормативными документами. В настоящее время единственным регламентированным методом определения плотности является метод режущего кольца (рис.1), который предполагает внедрение кольца-пробоотборника в грунт и последующую откопку лунки значительного объема для извлечения кольца, что приводит к разуплотнению отсыпаемого слоя, необходимости досыпки и уплотнения грунта в местах отбора. После отбора пробы транспортируются в лабораторию, где происходит их взвешивание и определение влажности. На высушивание образцов требуется не менее 4 часов. С учетом всех операций по пробоотбору, транспортировке, взвешиванию, высушиванию образцов и обработкой результатов от момента пробоотбора до получения значения коэффициента уплотнения проходит не менее 6 часов (при условии, что лаборатория находится непосредственно на объекте и временные затраты на транспортировку минимальны). В связи с такой длительностью получения данных развитие получила разработка экспресс-методов определения коэффициента уплотнения грунта или схожих параметров, позволяющих оценить степень уплотненности грунтового основания. Экспресс-методы часто не требуют длительной предварительной подготовки и позволяют получить результат в течение нескольких минут непосредственно на объекте. Кроме того, при их применении разрушающее воздействие на уплотненный слой насыпного грунта минимально, не требуется его восстановление. Большим упущением на сегодняшний день является отсутствие регламентированных методик и нормативных документов для экспресс-методов. Тем не менее некоторые приборы, реализующие экспресс-методы определения коэффициента уплотнения являются зарегистрированными средствами измерений и могут проходить регулярную метрологическую аттестацию, что позволяет их использование в ограниченном объеме.

Наиболее распространенным экспресс-методом определения коэффициента уплотнения песчаного грунта является применение грунтовых пенетрометров, например ПСГ-МГ4 (рис.2), работа которых основана на сопоставлении усилия, которое необходимо приложить для вдавливания наконечника прибора в максимально уплотненный грунт и в грунт отсыпки при ее возведении. Кроме того, применяются установки динамического нагружения, например Zorn ZFG 3.0 (рис.3). Их работа основана на измерении осадки штампа площадью 600 см² при сбросе груза определенной массы с фиксированной высоты. По результатам измерений вычисляется динамический модуль деформации, а также коэффициент, характеризующий степень уплотнения насыпного грунта, который возможно сопоставить с коэффициентом уплотнения. Отдельное место среди экспресс-методов занимают электромагнитные плотномеры грунта, например SDG-200 (рис.4), работа которых основана на измерении сопротивления при формировании электрического поля на контактной пластине в основании прибора.

Специалистами АО «НИЦ «Строительство» проведено исследование применения различных методов на грунтах песчаной отсыпки, возводимой для резервуара дизельного топлива в Тюменской обл. Исследованы область применимости каждого метода, установлены особенности применения приборов, реализующих эти методы, проведено

сопоставление результатов, полученных с применением экспресс-методов и в соответствии с регламентированной нормативными документами методикой.

Обработка результатов испытаний выполнялась в соответствии с требованиями действующих нормативных документов [ГОСТ 20522-2012] и рекомендациями Вялова С.С. [Вялов С.С., 1978]. Вычислялся коэффициент корреляции, характеризующий тесноту связи между значениями, полученными экспресс-методами и эталонным методом. На основе коэффициента корреляции сделаны выводы о целесообразности дальнейшего исследования экспресс-методов для оценки уплотнения насыпных грунтов. Исследования показали, что наиболее перспективным экспресс-методом определения коэффициента уплотнения является пенетрация грунта статическим плотномером: коэффициент корреляции составил 0,75 д.е. Испытания установкой динамического нагружения показали сложность интерпретации результатов в контексте определения плотности и коэффициента уплотнения, по выбранным параметрам коэффициент корреляции составил 0,48 д.е. Однако, испытания также показали перспективность применения данного метода при определении модуля деформации основания. Коэффициент корреляции для электромагнитного плотномера составил 0,21 д.е. Ввиду его чувствительности к погоде, наличию проводов, строительной техники и металлических изделий вблизи прибора, а также низкого коэффициента корреляции электромагнитные плотномеры для дальнейших исследований не рассматриваются.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вялов С.С. Реологические основы механики грунтов. М., 1978 г. С.447
2. ГОСТ 5180-2015 «Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик». Москва, Стандартинформ, 2016. С.19
3. ГОСТ 20522- 2012 «Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний». Москва, Стандартинформ, 2013. С.16
4. ГОСТ 22733-2016 «Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности». Москва, Стандартинформ, 2016. С.11



Рисунок 1 – Проведение испытаний по отбору проб грунта с помощью режущего кольца



Рисунок 2 – Статический пенетромтр грунта ПСГ-МГ4



Рисунок 3 - Установка динамического нагружения грунта Zorn ZFG.3.0



Рисунок 4 - Прибор для определения плотности грунтов SDG-200

**ЛАБОРАТОРИЯ ГЛУБИННЫХ ГЕОСФЕР ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА
МГУ: ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ, РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

Бобров А.В., Еремин Н.Н., Бенделиани А.А., Марченко Е.И., Пущаровский Д.Ю.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Геологический ф-т,
г. Москва, archi@geol.msu.ru

Лаборатория глубинных геосфер была организована на геологическом факультете МГУ в 2019 году как межкафедральный научный центр (протокол № 5 заседания Ученого совета геологического факультета от 26.09.2019). Заведующим лаборатории был утвержден профессор А.В. Бобров, научным руководителем – академик Д.Ю. Пущаровский. С первых дней ее существования наиболее активными участниками исследований стали преподаватели и научные сотрудники кафедр петрологии и вулканологии, кристаллографии и кристаллохимии. К работам постоянно привлекаются студенты и аспиранты этих кафедр. За время существования лаборатории по тематике проводимых исследований активно работающие аспиранты защитили три кандидатских диссертации (А.П. Тамарова, А.А. Бенделиани, А.В. Искрина). Подготовлено 15 магистерских, бакалаврских и курсовых работ.

Важной особенностью деятельности лаборатории является развитие разнообразных форм сотрудничества с российскими и международными научно-образовательными организациями. К их числу относятся ГЕОХИ РАН, ИЭМ РАН, ИГиГ УрО РАН, ИГМ СО РАН. В продолжающееся до сих пор сотрудничество с международными организациями вовлечены Геодинамический исследовательский центр (GRC) Университета Эхиме (Япония), Университет Флоренции (Италия) и Баварский Геоинститут (Германия).

Результаты исследований работ публикуются в виде монографий [Matrosova et al., 2020a], в высокорейтинговых научных журналах и сборниках (25 статей). Сотрудники лаборатории принимают участие в работе основных совещаний и конференций по наукам о Земле в России и за рубежом. В 2022 и 2023 гг. на базе Лаборатории глубинных геосфер были проведены 4-ый и 5-ый двухдневные семинары “High-pressure mineralogy: theory and experiment” с участием ученых из России, Японии, Италии и Франции. Проводимые исследования финансируются грантами научных фондов (РНФ и РФФИ).

К числу основных направлений исследований лаборатории относятся: (1) экспериментальное и теоретическое изучение минералообразующих процессов при высоких Р–Т параметрах; (2) изучение условий образования и кристаллических структур минералов глубинных оболочек Земли и других объектов Солнечной системы; (3) компьютерное моделирование кристаллических структур и свойств минералов высокого давления; (4) реконструкция геодинамических процессов в глубинных геосферах. В прикладном аспекте результаты экспериментальных и теоретических исследований могут быть использованы в геохимии и геофизике для развития представлений о составе и строении глубинных оболочек Земли и других объектов Солнечной системы. Изучение структурных особенностей мантийных фаз и связи их состава с условиями образования необходимы для усовершенствования термобарометрических оценок формирования минеральных ассоциаций высоких температур и давлений.

Для решения обозначенных задач научная группа лаборатории использует несколько типов высокобарного оборудования: многопуансонные аппараты высокого давления (в сотрудничестве с коллегами из Японии и Германии), а также «наковальню с лункой» (тороид) и алмазные наковальни, в том числе с лазерным нагревом, на базе отечественных институтов ГЕОХИ РАН и ИЭМ РАН. В то же время, в случаях, когда изучение экспериментальных систем ограничено возможностями приборной базы, используются методы теоретического компьютерного моделирования, которые на сегодняшний день позволяют исследовать свойства веществ очень широкого спектра составов при термодинамических диапазонах, охватывающих все земные Р–Т параметры.

Результаты экспериментального изучения фазовых отношений в псевдобинарных системах $\text{Mg}_4\text{Si}_4\text{O}_{12}$ – $\text{Mg}_3\text{Cr}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ и Mg_2SiO_4 – MgCr_2O_4 при 10–24 ГПа и 1600°C позволили в упрощенном виде воспроизвести фазовый состав реститовой части верхней мантии, переходной зоны и верхних частей нижней мантии Земли в условиях частичного плавления [Matrosova et al., 2020a]. Показано, что вхождение хрома в состав мантийных фаз (MgSiO_3 -акимотоита, -бриджманита, оливина, вадслеита и рингвудита) смещает границу фазовых превращений акимотоит/бриджманит, оливин/вадслеит и вадслеит/рингвудит в более низкобарическую область по сравнению с бесхромистыми системами. Аналогичные исследования были проведены для богатых титаном модельных систем MgSiO_3 – MgTiO_3 и Mg_2SiO_4 – Mg_2TiO_4 [Matrosova et al., 2020b]. Данные о составе и структурных особенностях хром- и титансодержащих фаз могут быть использованы для уточнения фазового и химического состава мантии Земли, а зависимость состава полученных фаз от давления может быть задействована для усовершенствования существующих термобарометрических оценок формирования мантийных минеральных ассоциаций.

По результатам экспериментов в системе GLOSS–перидотит, обоснована ведущая роль корово-мантийного взаимодействия в генезисе высокоглиноземистых водосодержащих фаз в переходной зоне и нижней мантии Земли, намечена их последовательная смена с глубиной. В частности, впервые при P–T параметрах нижней мантии Земли проведен синтез Mg-сурсассита ($\text{Mg}_4\text{Al}_5\text{Si}_7\text{O}_{23}(\text{OH})_5$) [Bindi et al., 2020a] и Mg-содержащей фазы Egg (AlSiO_3OH – MgSiH_2O_4) [Bindi et al., 2020b] и выполнено структурное изучение этих соединений.

В опытах, проведенных в системах мантийного пиролита с добавлением смеси РЗЭ [Tamarova et al., 2020] и MgSiO_3 – Al_2O_3 – Na_2CO_3 [Bobrov et al., 2023] при параметрах верхней части нижней мантии Земли, были рассчитаны коэффициенты межфазового распределения REE и Na, установлена их зависимость от давления и температуры. Впервые синтезирован Na-содержащий бриджманит (до 1,5 мас.% Na_2O) и показана возможность его использования в качестве индикатора карбонатитового парагенезиса нижней мантии Земли.

Методом атомистического моделирования проведено тестирование механизмов образования твердых растворов титанистого бриджманита в системе MgSiO_3 – MgTiO_3 [Еремин, Бобров, 2022]. Для расчётов свойств смешения использовалась оптимизированная частично ионная модель межатомных парных потенциалов, хорошо зарекомендовавшая себя при моделировании кристаллических структур, упругих и термодинамических свойств разнообразных силикатов.

В качестве перспективных задач Лаборатории глубинных геосфер намечено более углубленное изучение признаков корово-мантийного взаимодействия в глубинных зонах мантии Земли и установление минералогических признаков субдукции океанической коры в основании верхней мантии, переходной зоне и верхней части нижней мантии Земли. Значительное внимание будет уделено водосодержащим фазам, содержащим повышенные концентрации элементов-индикаторов корового вещества (Al, Ca, Ti, щелочи и др.). В этой связи, в качестве одной из ключевых задач мы рассматриваем разработку методов компьютерного моделирования твердых растворов водосодержащих соединений, которые могут быть потенциально стабильны при высоких P–T параметрах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Еремин, Бобров // Докл. Акад. Наук. 2022. 503(2). С. 50-54.
2. Bindi, Welch et al. // *Amer. Miner.* 2020a. 105. P. 1432-1435.
3. Bindi, Bendeliani et al. // *Amer. Miner.* 2020b. 105. P. 132-135.
4. Bobrov et al. // *Lithos.* 2023. 444-445. No. 107101.
5. Matrosova et. al. // *Springer Nature Switzerland AG*, 2020a. 128 p.
6. Matrosova et al. // *Lithos.* 2020b. 366-367. No. 105539.
7. Tamarova et al. // *Minerals.* 2020. 10(3). P. 262-275.

ВЕЧНАЯ МЕРЗЛОТА ТАДЖИКИСТАНА И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ

Брушков А.В. Гагарин В.Е., Додобоев Э.И., Кошурников А.В. Набиев И.А

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Геологический ф-т, г. Москва, brouchkov@geol.msu.ru

Основными элементами криосферы Земли в высокогорных районах являются мерзлые грунты с подземными льдами и ледники. Их состояние является наиболее чувствительным к происходящим в настоящее время глобальным и региональным климатическим изменениям. Таджикистан — это горная страна с абсолютными высотами от 300 до 7495 метров над уровнем моря, при этом 93% территории страны составляют горные хребты, относящиеся к Памирской, Гиссаро-Алайской и Тянь-Шаньской горным системам. Почти 50% территории Таджикистана находится на высоте более 3000 м над уровнем моря. Таджикистан считается главным ледниковым центром Центральной Азии, а ледники занимают около 6% всей территории страны. Однако в последние десятилетия страна потеряла более 20 миллиардов кубометров ледникового объема ледников (около 2,5 процентов от всего объёма), исчезло более тысячи ледников Таджикистана. Ледник Федченко уменьшился на 16 кубических километров и более 100 ледниковых озёр образовывались на юго-западе Памира [Mergili и др.; 2012]. По подсчетам [Горбунов и др.; 1996] объем подземных льдов в Тянь-Шане составляет 320 км³. Около 44% территории Таджикистана являются областью развития вечной мерзлоты. Считается, что область деградации вечной мерзлоты может приблизиться к 20000 км² на Памире до конца XXI века [Mergili и др.; 2012]. Карта-схема распространения мерзлых пород в пределах Таджикистана, составленная Э.И. Додобоевым, представлена на рис. 1.

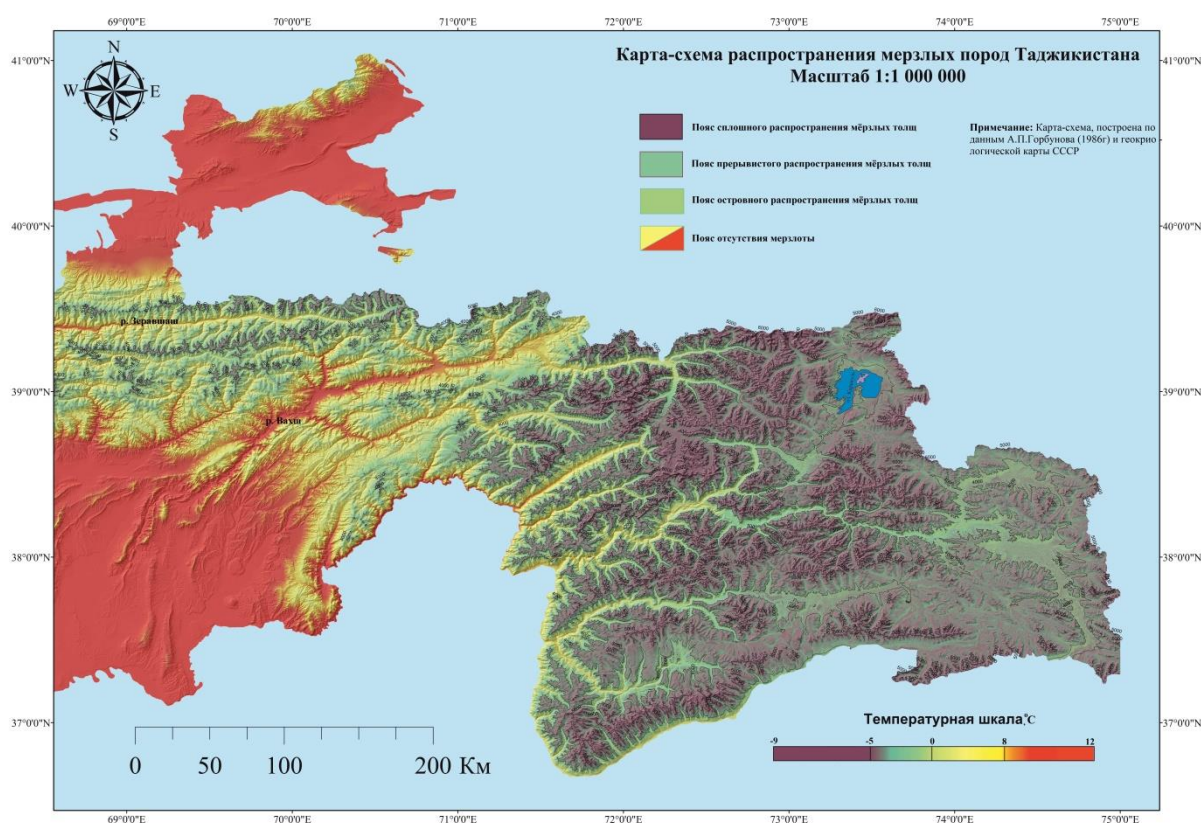


Рис. 1. Карта-схема распространения вечной мерзлоты в Таджикистане

Увеличение абсолютных высот нижней границы распространения многолетней мерзлоты за последние 20 лет может составить около 200-250 м (т.е. подняться от 2700 до 2900-2950 м абс.), а сокращение площади островного распространения мерзлых пород может

достигнуть 20% [Марченко; 1996]. Высокие темпы оттаивания горной мерзлоты приводят к развитию опасных мерзлотных геологических процессов и созданию опасной экологической ситуации. Развитию катастрофических процессов способствует повышенная сейсмическая активность этих районов. Эти факторы необходимо учитывать как при составлении проектов хозяйственного освоения этих районов, так и проведении мероприятий по защите уже построенных в горах инженерных сооружений.

Обеспечение водой является одним из важнейших вопросов в стране. Наблюдающееся увеличение стока высокогорных рек с преобладанием ледникового питания связаны с глобальным потеплением и происходящим сокращением площади оледенения. Однако в будущем следует ожидать уменьшения питания центральноазиатских рек из-за исчезновения ледников. Суммарный сток рек, протекающих по территории Таджикистана (Зеравшан, Кафирниган, Вахш и Пяндж), в ближайшие годы сократится на 7 % [Аламанов и др.; 2006]. Кроме того, неизвестно, как повлияет на сток деградация вечной мерзлоты. Не исключена возможность того, что талые воды, вместо движения к долинам, станут оставаться в горных массивах из-за формирования таликов.

Перечисленные проблемы определяет необходимость проведения наблюдений за температурным режимом и состоянием горных пород. Эти исследования были начаты сотрудниками кафедры геокриологии МГУ им. М.В.Ломоносова более 10 лет назад и являются основной частью наших геокриологических исследований на Тянь-Шане, в частности в Зеравшано-Гиссарской области. Весной 2023 года начались наблюдения за вечной мерзлотой Памира. Наши исследования представляют собой комплекс, состоящий из маршрутных полевых работ, наблюдений на стационарных площадках и работы с космическими снимками.

Еще одним объектом исследований являются ледники. Состояние ледников изучалось в ходе полевых наблюдений и на основе анализа космических снимков, полученных в разное время. Собранные материалы позволили оценить современное состояние оледенения бассейна ледника Зеравшан - одного из крупнейших ледников Средней Азии. Были проанализированы космические снимки, начиная с 1972 года, с использованием программного продукта ArcGIS и Google Earth Pro, позволяющими с подключаемой радарной 3D-модели местности проводить визуальный контроль и идентификацию ледников. Результаты измерений с 2009 по 2021 г. показали, что ледник Зеравшан отступил в среднем на 137 м в длину и 145 м в ширину. При этом один из основных притоков ледника Фарахна (№203) отделился от основного створа ледника и стал самостоятельным ледником, отступив в среднем на 390 м.

На Гиссарском хребте с 2015 г. проводились маршрутные наблюдения, буровые работы и геофизические исследования. Были организованы стационарные площадки, в скважинах размещены термометрические косы, оборудованные логгерами. Площадки были размещены на склонах разной экспозиции и на различных гипсометрических уровнях, что позволило оценить высотный градиент температуры грунтов.

Геофизические и буровые работы на перевале Анзоб (Гиссарский хребет, высота 3372 м над уровнем моря) вскрыли слоистый геологический разрез. Верхняя 1.5 метровая часть сложена пылеватым суглинком, ниже, до 20 метров по глубине, находится слой крупнообломочных карбонатных пород с супесчаным заполнителем, который подстилается скальными породами карбонатного состава. Именно наличие карстующихся карбонатных пород во многом определяют здесь развитие инженерно-геологических процессов, которые проходят при активном участии криогенного фактора. По нашим наблюдениям, перевал Анзоб относится к области сезонного промерзания. По данным термометрических наблюдений промерзания грунтов на этой территории на склонах северной экспозиции начинаются с середины октября и продолжаются до конца апреля. На склонах северной экспозиции глубина сезонного промерзания грунтов составляет, в зависимости от величины снегонакопления, от 2 до 2.8 м при среднегодовой температуре около 2.4 °С. На склонах

южной экспозиции глубина сезонного промерзания изменяется от 1.3 до 20 м., при среднегодовой температуре грунтов 3.2 °С. Высотный градиент среднегодовой температуры горных пород составил на каждые 100 м поднятия для территории Гиссарского хребта 0.44 °С. Это значение было использовано нами при составлении карт-схем распространения мерзлых пород в районе исследований.

В районе перевала Анзоб выявлено и описано значительное число криогенных геологических процессов: криогенное выветривание, солифлюкция, выпучивание крупнообломочного материала и глыб, многочисленные осадки грунтов. В целом, эта территория относится к области достаточно глубокого сезонного промерзания грунтов, с широко развитыми криогенными геологическими процессами.

Исследования проводились не только с научной, но и учебной целью. Их результаты легли в основу 4 магистерских и более 15 бакалаврских дипломных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аламанов, С. К., Лелевкин, В. М., Подрезов, О. А., Подрезов, А. О. *Изменение климата и водные проблемы в Центральной Азии. Учебный курс для студентов естественных и гуманитарных специальностей.* М.; Бишкек. 2006
2. Горбунов А.П., Северский Э.П., Титков С.Н. *Геокриологические условия Тянь-Шаня и Памира.* – Якутск: ИМЗ СО РАН, 1996. – 184 с.
3. Марченко С.С. *Тепловое состояние криолитозоны Тянь-Шаня в голоцене и современные тенденции его изменения // Материалы Международной конференции «Высокогорные исследования: изменения и перспективы в XXI веке», Бишкек, 1996, с. 115-116.*
4. Mergili M., Kopf C., Müllebner B., Schneider J.F. *Changes of the cryosphere and related geohazards in the high-mountain areas of Tajikistan and Austria: a comparison, Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography, 94:1, 79-96, 2012.*

СТРАТЕГИЯ ЗАХОРОНЕНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА ПРИ ДОБЫЧЕ АЛМАЗОВ ИЗ КИМБЕРЛИТОВ

Бычков А.Ю., Николаева И.Ю., Лубкова Т.Н.

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Геологический ф-т, г. Москва, bychkov@geol.msu.ru

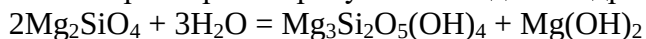
Проблема захоронения углекислого газа стала актуальной в связи с глобальным потеплением, которое вызывается сжиганием ископаемого топлива. В настоящее время в иностранной литературе обсуждается вопрос о связывании углекислого газа и его захоронения для снижения эффекта от человеческой деятельности.

Как известно, выветривание горных пород, особенно обогащенных магнием, приводит к связыванию углекислого газа в природных условиях. Поэтому использование хвостов горнорудных производств уже на протяжении десятилетий рассматривается как возможный резервуар для секвенирования неорганического углерода. Кимберлит является ультраосновной породой, выветривание которой приводит к связыванию углекислоты за счет реакций с образованием карбонатов. В связи с этим, хвосты обогащения алмазов рассматриваются как возможные резервуары для связывания углерода углекислоты.

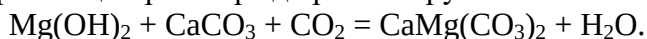
Потенциал связывания углекислого газа хвостами кимберлита был исследован методами теоретического физико-химического моделирования и прямых экспериментов. Термодинамические расчеты проводились с использованием программного комплекса HCh. Термодинамические данные для расчетов взяты из базы данных Unitherm. Для расчетов выбрана 13-компонентная система: Al-C-Ca-Cl-Fe-H-K-Mg-N-Na-O-S-Si, в которой учтена

возможность образование 75 твердых фаз, газового и водного раствора, состоящем из 55 ионов, молекул и комплексов. Последовательность расчетов заключалась в расчете равновесия системы, содержащей 100 г кимберлита, 1 кг воды и 0.2 м³ воздуха (N₂ 80%, O₂ 20%, CO₂ 0.05%). Расчеты проводились при температуре 25 °С и давлении 1 бар. На первом (нулевом) шаге расчет проводился без воздуха для определения устойчивой ассоциации в кимберлите без воздействия углекислоты. Затем на каждом этапе расчета происходило замещение газовой фазы новой порцией воздуха. Всего рассчитано 30 шагов расчетов, что соответствует взаимодействию с 6 м³ воздуха. На каждом шаге достигалось полное термодинамическое равновесие, кинетика реакций не учитывалась.

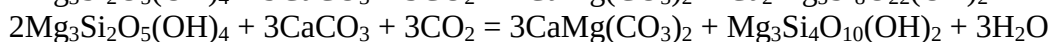
Результаты расчетов показали, что при последовательном взаимодействии кимберлита с воздухом образуется несколько минеральных ассоциаций. Форстерит неустойчив при комнатных параметрах в присутствии воды и гидролизует по реакции:



Образуются антигорит и брусит. При этом образуется щелочной раствор карбоната натрия с pH=12.6. При дальнейшем взаимодействии с воздухом углекислота поглощается преимущественно щелочным раствором. При этом брусит остается устойчивым. После нейтрализации раствора до pH=10 брусит исчезает и переходит в доломит:

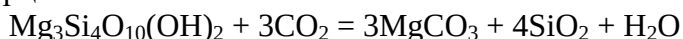


Одновременно начинается реакция разложения антигорита (серпентина) по реакциям:



с образованием тремолита и талька.

После исчерпания антигорита тальк тоже может разлагаться с образованием магнезита и кварца:



В этом процессе также поглощается углекислота. В результате в расчетах увеличивается количество кварца и магнезита, уменьшается количество талька. В результате полного выветривания кимберлита устойчивым с атмосферой ассоциацией является парагенезис: кварц + хлорит + карбонаты (доломит, магнезит, сидерит).

Суммарное максимальное поглощение углекислоты кимберлитом согласно расчетам составило 32.6 г CO₂ на 100 г исходной породы.

Для решения вопроса о причинах было проведено экспериментальное исследование способности кимберлита разных трубок к поглощению углекислого газа. Методика заключалась в поглощении чистого углекислого газа с измерением изменения объема газа, захваченного породой. Навеска дробленой породы или материала хвостов с определенным количеством дистиллированной воды или растворов различного состава помещалась в тонкостенный алюминиевый реактор, изнутри покрытый лаком, объемом 330-500 см³. Затем реактор продувался потоком углекислого газа из баллона в течении 2 минут и закрывался. Для измерения объема реактор помещался в мерную емкость, заполненную водой до метки. При поглощении газа происходило уменьшение объема, реактор сжимался. Изменение объема фиксировалось по объему воды, доливаемой до метки через отверстие, закрываемое пробкой. Объем воды определялся весовым способом. Для экспериментов использованы образцы кимберлита из трубок ПАО АЛРОСА.

Эксперименты показали, что все образцы кимберлита поглощают углекислый газ. Один образец из трубки Мир заметно быстрее поглощает углекислый газ, за 70 суток поглотилось 5% от начальной массы. Это объясняется его минеральным составом. Результаты рентгенофазового анализа показывают, что порода содержит 17% гидроталькита, что является исключением из всех образцов. Гидроталькит $\text{Mg}_6\text{Al}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_{16} \times 4\text{H}_2\text{O}$ близок по составу к бруситу и может непосредственно связывать углекислый газ из воздуха.

Поглощение в зависимости от времени нелинейно, происходит снижение скорости с течением времени. Наиболее хорошо описывает экспериментальные данные зависимость

поглощения от корня от времени. В координатах корень от времени – поглощение все функции становятся линейными. С точки зрения химической кинетики гетерогенных реакций такой случай означает, что лимитирующим процессом является образование на поверхности новой фазы. Диффузия углекислоты через растущий слой новой фазы лимитирует скорость реакции и приводит к наблюдаемой зависимости. По углу наклона может быть рассчитан кинетический коэффициент. Все образцы, не содержащие гидроталькита, имеют одинаковые углы наклона в координатах корень от времени – поглощение, следовательно, близкие кинетические коэффициенты.

Все прочие образцы имеют близкие скорости поглощения углекислого газа. Наблюдается пауза между началом опыта и активным поглощением углекислого газа. Такую паузу можно назвать лаг-фазой, по аналогии с терминами культивации микроорганизмов. Лаг-фаза меняется от часов до 14 суток. Наличие лаг-фазы может рассматриваться как признак участия микроорганизмов в процессах карбонизации.

Исследование продуктов опытов при помощи электронного микроскопа показало образование новых карбонатов кальция и магния: магнезиального кальцита, арагонита, доломита, магнезита. Новообразованные фазы, в отличие от первичных карбонатов хорошо огранены и находятся на поверхности обломков.

Результаты экспериментов позволили установить механизм карбонизации кимберлита. Важнейшими факторами является диффузия углекислого газа в толщу хвостов и наличие жидкой воды. На первом этапе происходит инконгруэнтное растворение серпентина в воде с образованием реакционной каймы талькоподобной фазы. В раствор переходят ионы магния, при достаточном пересыщении раствора начинается отложение карбонатов кальция и магния (магнезиальный кальцит или доломит). Кальций может поступать в раствор при растворении кальцита, содержащегося в кимберлите. Образование карбонатов связывает магний и дает возможность последующего растворения серпентина.

Таким образом, в результате теоретического и экспериментального исследования показано, что кимберлит способен связывать углекислый газ из атмосферы в условиях хвостохранилища. Это может обеспечивать углеродную нейтральность добычи алмазов.

ГЕОЛОГИЯ В МГУ - ТРАДИЦИИ И ИННОВАЦИИ

Еремин Н.Н.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Геологический ф-т, г. Москва, peremin@geol.msu.ru

Геологический факультет Московского Государственного университета - всемирно известный учебно-научный центр России, готовящий кадры высшей квалификации для геологической отрасли, обеспечивающей около 60% Валового Внутреннего Продукта страны. Стратегической целью геологического факультета является обеспечение устойчивого развития МГУ и укрепление его конкурентных преимуществ, как в образовательной, так и в научно-исследовательской деятельности в интересах отраслевого и территориального развития России и дружественных стран. В настоящее время факультет готовит специалистов как в сфере фундаментальных исследований в области наук о Земле, так в прикладных направлениях, связанных с изучением геологического строения недр, поисками и разведкой месторождений полезных ископаемых, инженерно-геологическими и эколого-геологическими изысканиями.

Хотя официально в МГУ Геологический факультет существует лишь с 1949 года, минералогия и геология в университете преподаются с самого начала, когда на созданном в 1755 году медицинском факультете началось преподавание этих дисциплин в приложении к лечебному делу. Позднее, в 1804 году (согласно новому уставу) кафедра минералогии и сельского домоводства была создана уже на физико-математическом факультете. В 1835 году это подразделение стала именоваться кафедрой минералогии и геогнозии; ее возглавил профессор Щуровский – ученый с огромным кругозором, посвятивший геологии весь свой творческий научный потенциал. В 1861 году эта кафедра была разделена на две: кафедру геогнозии и палеонтологии и кафедру минералогии. В конце 19-ого века формируется сильная минералого-геохимическая школа МГУ, связанная с именем В.И. Вернадского, который возглавлял кафедру минералогии с 1890 по 2011 год. Среди его учеников - величайшие ученые Ферсман, Вульф и многие другие. После Октябрьской революции началась реорганизация высшего образования России, к сожалению, весьма больно ударившая по геологическому образованию. Лишь в 1932 году, поняв огромную важность фундаментальной геологии для страны, государство приняло решение заново открыть кафедру геологии (уже на почвенно-географическом факультете МГУ). А в 1938 году было принято решение о разделении почвенно-географического факультета на географический и геолого-почвенный, который просуществовал всего 11 лет. В 1949 году почвоведов перевели на биологический факультет. Таким образом, собственно геологическому факультету в этом году исполнилось 75 лет.

Первого сентября 1953 года после переезда в Главное Здание МГУ на Ленинских горах начался принципиально новый этап в жизни нашего факультета. Новые просторные помещения лабораторий и кабинетов, новейшая аппаратура, существенное пополнение научного и преподавательского состава открыли совершенно новые перспективы дальнейшего развития учебной работы и научно-исследовательской деятельности геологов. Среди других важнейших событий новейшей истории факультета следует отметить открытие в Крыму в июне 1957 года стационарной базы геологов. Крымская база стала основным местом проведения летних учебных практик для студентов I–II курсов не только геологического факультета, но и многих других российских и зарубежных ВУЗов. Появление этой базы открыло широкие перспективы для развертывания в Крыму научно-исследовательских работ, приёма иностранных специалистов, стажёров и студенческих групп из зарубежных стран, проведения научных конференций и геологических экскурсий. Крым – уникальный регион для геологической практики: доступный для изучения стратиграфический разрез охватывает 250 млн. лет. Практику в Крымском УНЦ ежегодно проходят до 500-800 студентов Геологического, Географического факультетов МГУ,

филиала МГУ в Севастополе, Воронежского государственного университета и других вузов. За все время существования этого УНЦ Крымскую полевую практику прошло более 16 тысяч геологов из МГУ, других ВУЗов России и различных стран мира. Отметим, что в последние годы была проведена последовательная модернизация Крымского УНЦ. Так, было построено 35 новых студенческих домиков и гостиница, в которых проживают студенты и преподаватели во время практик. Существует перспективный план превращения КУНЦ в современный научно-образовательный центр XXI века. Отметим, что в последние годы многие учебные и производственные практики, являющиеся неотъемлемой частью учебного плана подготовки геолога высшей квалификации, проходят в новых местах или с применением новых методов исследования. Важной вехой стало открытие в 2009 году геологического направления подготовки в филиале МГУ в Душанбе. За прошедшие 15 лет бакалавриат филиала по специальности «геология» окончило около 150 человек; некоторые из них продолжили дальнейшее обучение в магистратуре и аспирантуре геологического факультета МГУ, многие работают по специальности на важнейших для Таджикистана геологических объектах (Рогунская ГЭС, Главное управление геологии при РТ и т.д.).

Геологический факультет не стоит на месте и планомерно развивается. На факультете постоянно ведётся как учебная, так и научная деятельность. Студенты геологического факультета проходят учебные, учебно-научные и производственные практики в Крыму, Карелии, на Белом море, на Урале и Камчатке и в других регионах нашей страны. Факультет продолжает последовательную работу по актуализации мест проведения и содержания учебных, учебно-научных и производственных практик для студентов различных профилей подготовки. На 16 кафедрах факультета работают как ученые с мировым именем, так и талантливая молодежь. Учащиеся факультета имеют возможность представлять результаты своей научной работы на научных конференциях международного ранга. Факультет поддерживает научные и образовательные контакты с учебно-научными центрами и университетами различных стран мира. Вся деятельность сотрудников направлена на развитие науки, образования и культуры — необходимых условий экономического и духовного возрождения России [1].

В программе развития геологического факультета МГУ на 2024-2029 годы [2] среди приоритетных задач числятся следующие, имеющие важнейшее значение для экономики и социального развития:

1. Сохранение уверенного лидерства среди российских высших учебных заведений в сфере подготовки специалистов высшей квалификации по всем разделам геологической науки.
2. Поддержание лидерства в сегменте научной деятельности по приоритетным направлениям НИР, интенсификация междисциплинарных научных разработок, в том числе, в рамках научно-образовательных школ МГУ.
3. Повышение мирового имиджа и закрепление ведущих позиций в части подготовки иностранных профильных специалистов по совместным образовательным программам и другим формам взаимодействия.

За прошедшие годы геологический факультет продемонстрировал верность традициям своих научных школ и тем самым мощь и глубокие корни геологического образования в МГУ. Совершенно очевидно, что компетентность, инициатива, здравый смысл и активность сотрудников геологического факультета обеспечат успешную реализацию выше обозначенных задач. Если суммировать все изложенное, то девиз дальнейшего развития геологии в МГУ может быть заключен в следующих словах: «Широта в образовании и специализация в исследованиях».

ЛИТЕРАТУРА

1. Еремин Н.Н. и др. (2022). О выполнении программы развития геологического факультета МГУ в 2022 г. и актуальные задачи на 2023 г. Изд-во Геологического ф-та МГУ, 165 стр.
2. Еремин Н.Н. (2023). Программа развития геологического факультета Московского университета на 2024-2028 годы. Изд-во Постер-МГУ Москва, 31 стр.

GEOPHYSICAL METHODS IN ARCHEOLOGY OF THE SOUTHERN PART OF UZBEKISTAN

Zakirov A.Sh.¹, Yanbukhtin I.R., Mamurozikov T.U., Alimukhamedov I.M., Musaev U.T., Oripov N.K., Otajonova Sh.Kh., Vahobov J.A. Jukov A.V.²

1 - Center for Advanced Technologies, Uzbekistan, Tashkent, azamatzakirov@mail.ru

2 - Institute of Mineral Resources, Uzbekistan, Tashkent

Human interest in studying the past has existed since time immemorial, and the key role of such study is undoubtedly given to archaeological science, which is often the only possible source of information when studying human life from the early stages of its development to recent history.

The history of archeology begins with the study of random finds in places where antiquities themselves begged to be studied [Veselovsky; 1900]. Much of the initial research was carried out by scientific enthusiasts, including geologists, who were interested in the remains of human activity (and the remains of people themselves) deposited with geological material [Allan; 2016].

Today, archeology is an independent department of history, which includes a set of multidisciplinary methods for studying archaeological sites using modern achievements of science and technology.

However, the applied component in the practical work of an archaeologist is still excavation, and incorrectly carried out excavations can lead to the destruction of an archaeological site and to false conclusions [Avdusin; 1980].

Such risks can be reduced by merging the methods and concepts of geology with those of archaeology. Therefore, the use of geophysical methods in the study of archaeological objects as a modern tool for non-invasive research is gaining momentum. Geophysics in archeology allows you to obtain data about the objects being studied from the surface of the earth without the risk of damaging them. This approach was applied to the study of a number of archaeological sites in the south of Uzbekistan, which made it possible to identify anomalies possibly associated with buildings or other objects that arose as a result of human activity in the past.

Field geophysical research was carried out at the archaeological sites of Khairabadtepa, Dalvarzintepa, Karatepa and at the Loylagan burial ground using the following set of methods - ERT, magnetic prospecting, GPR and seismic exploration [Yanbukhtin; 2023].

Electrical prospecting work using electrical tomography was carried out using 72 electrode MAE X612EM equipment along profiles with a step of 2 m, the distance between the electrodes was 1 m, the length of each profile was 71 m, with the Dipole-Dipole protocol.

Field seismic surveys were carried out at a 48-channel seismic station MAE X610-S using vertical geophones with a frequency of 4.5 Hz, the step between receiving points was 0.5 meters, the source was a hammer weighing 1 kg.

Magnetic exploration work was carried out using a ground-based cesium magnetometer of the latest generation Geometrics G-864, the step between sensors was 50 cm, the sampling frequency was 50 Hz.

The GPR survey was carried out over an area with a step between profiles of 1 m, GPR with an antenna frequency of 100 MHz produced by Sensors & Software (Fig. 1).

Based on the results of processing and interpretation of field geophysical materials within the studied areas, the following were obtained: maps, diagrams, sections and depth sections. This made it possible to identify and study the shape, extent, internal structure and outline archaeological objects hidden by cover deposits [Zakirov; 2023].

Analyzing the results of field geophysical work, we can conclude that the use of a complex of geophysical methods to solve archaeological problems has shown its effectiveness. Based on the results of the research, objects for further archaeological work were identified.

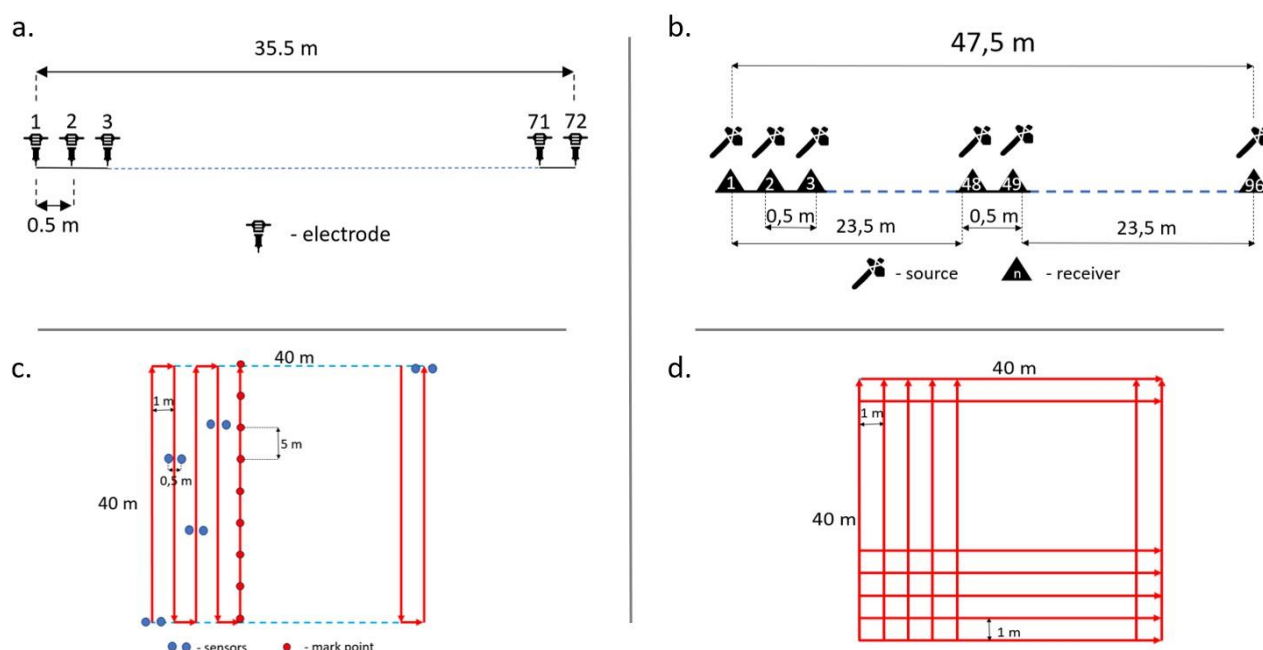


Figure 1 – Observation system for the geophysical works: a. electrical resistivity tomography; b. seismic exploration; c. magnetic prospecting; d. ground penetrating radar.

REFERENCES

1. Avdusin D. A. *Polevaya arkheologiya SSSR. Ucheb. posob.* — 2-ye izd., pererab. i dop. M.: Vyssh. shkola, 1980. — 335 p.;
2. Veselovskiy N.I. *Istoriya Imperatorskago russkago arkheologicheskago obshchestva za pervoye pyatidesyatiletie yego sushchestvovaniya, 1846-1896.* Sankt-Peterburg : Tip. Gl. upr. udelov, 1900.;
3. Yanbukhtin I. R., Zakirov A.SH. *Experience in the Application of Non-Invasive Geophysical Methods in Solving Problems of Archeology*// Vestnik KRAUNTS. Fiz.-mat. nauki. 2023. T. 42. № 1. pp. 223-238. EDN: GUDNJO. <https://doi.org/10.26117/2079-6641-2023-42-1-223-238>.;
4. Allan S. Gilbert. *Encyclopedia of Geoarchaeology.* Springer Dordrecht, 11 August 2016. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4409-0>;
5. Zakirov, A., Yanbukhtin, I., Mamarozikov, T., Ilyasov, D., Aripdjanov, O., 2023. *Results of geophysical methods in the study of the ancient settlement Dalvarzintepa (Uzbekistan), in: Advances in on- and Offshore Archaeological Prospection: Proceedings of the 15th International Conference on Archaeological Prospection.* Universitätsverlag Kiel | Kiel University Publishing, Kiel, pp. 311–313. <https://doi.org/10.38072/978-3-928794-83-1/p62>.

ПЛАТИНОИДЫ АЛМАЛЫКСКОГО РУДНОГО РАЙОНА (УЗБЕКИСТАН)

Каримова Ф.Б, Джуманиязов Д.И.

Институт геологии и геофизики им.Х.М.Абдуллаева, г.Ташкент
karimova.ingeo@mail.ru

Алмалыкский рудный район входит в Кураминскую металлогеническую зону Срединного Тянь-Шаня. Сложное ступенчато-блоковое строение, широкое проявление интрузивных и вулканогенных пород, обилие тектонических нарушений обусловили формирование многочисленных месторождений различных формационных типов, из которых ведущим промышленным типом является медно-порфировая формация.

В геолого-структурном плане исследуемая площадь делится Бургундинским и Мисканским разломами на три блока с различным геологическим строением. В Центральном, наиболее опущенном блоке, преимущественно развиты толщи каменноугольного возраста. В Южном, наиболее приподнятом и глубокоэродированном – древние породы ордовик-силурийского возраста, прорванные крупными массивами гранодиоритов. В Северном блоке примерно в равном количестве развиты монцититоиды Алмалыкского интрузивного комплекса (C₂), карбонатные и вулканогенные образования верхнего девона - среднего карбона.

На Cu, Mo-Au-порфировых месторождениях Алмалыка [Игамбердиев, Юсупов, Азизов; 2016] при обогащении руд извлекается 27 и 39% платины и палладия соответственно пиритовые и молибденитовые концентраты достаточно богаты примесями платиновыми металлами. В Алмалык-Ангренском рудном районе медные руды (Cu, Au-порфировые; Cu-Mo формация) – источники попутного извлечения ПМ. Помимо Cu, Au, Mo, определяющих основные промышленные ценности руд, присутствуют Ag, Pd, Pt, Os₁₈₇, Ru и Ir. Молибдениты содержат Pd, Pt, Os₁₈₇ и Ru.

По пересчетам полученных данных на кларки-концентрации в земной коре по А.П. Виноградову, во всех горных породах месторождения Ёшлик наблюдаются наибольшие превышения кларков элементов: Te (более чем в 300 раз) и Bi (ФБ-64 в 233 раза). Содержания таких элементов как Cu, Au, Ag, Pt, Re, As, Se во всех образцах превышают содержание относительно кларков в земной коре более чем в 10 раз [Karimova, 2022]. Большинство этих элементов наряду с медью, молибденом рудогенные и являются главными на золото-серебряных месторождениях Алмалык-Ангренской металлогенической зоны. Образование руд Au, Ag, Te, Se, As, U связывается с наиболее поздними дайками лампрофиров (Ф.Б. Каримова, 2020) широко представленными на месторождениях Кызылалма и Кочбулак.

АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат», перерабатывая руды месторождений Кальмакыр, Сарычеку, Каульды, Актурпак, Кочбулак, Кайрагач, Кызылалма, Арабулак и других на медь, молибден, рений, благородные металлы, селен, теллур, серу и др., извлекает целый ряд попутных компонентов. Месторождения Ag-Au формаций Алмалык-Ангренского горнорудного района – это носители нетрадиционной платиноносности. В рудных месторождениях Ag-Au формаций ПМ (Pt, Pd, Rh и др.) образуют значимые корреляционные (положительные) связи с Au, Ag, Cu, Fe, As, Se, Te и др. Самородные Au-Ag-содержащие минералы являются носителями Pt, Rh и других типоморфных примесей (от менее 0,1 до 10–100 г/т и более). Платина и платиноиды в составе самородных Au-Ag минералов образуют тонкие примеси, оставаясь распространенными их носителями. Из руд месторождений Ag- и Au-формаций необходимо попутно извлекать Pd.

Отмечается значительное превышение содержаний платиноидов в сульфидных минералах над содержаниями их в земной коре. Превышение содержаний платиноидов в сульфидных минералах района над кларковыми для земной коры (по А.П. Виноградову) составляют примерно два порядка. О содержаниях платиноидов в рудных минералах медно-молибденовых месторождений можно судить на примере месторождений Алмалыка. Особенностью распределения платиноидов явилась их концентрация в ранних сульфидных минералах, а не в предшествующем магнетите. В числе наиболее ранних сульфидных минералов молибденит и пирит, в которых и отмечаются максимальные содержания платиноидов. На примере месторождения Сарычеку можно отметить, что содержания платиноидов в молибденитах в несколько раз превышают их содержания в остальных рудных минералах.

Обнаружено влияние глубины формирования рудных тел месторождений на содержания платиновых металлов при изучении рудных минералов медно-молибденовых месторождений Алмалыка на примере их распределения в галенитах месторождений

Сарычеку, Кальмакыр и Ёшлик для иридия. Для остальных элементов платиновой группы отмечается их пониженное содержание в галенитах Кальмакыра, что вероятно связано с широким распространением на этом месторождении молибденит-халькопиритовой минерализации, которая является основным концентратором и носителем платиноидов и очень слабым развитием сфалерит-галенитовой минерализации на Кальмакыре.

В молибденитах и халькопиритах медно-молибденовых месторождений Алмалыка обнаружена прямая корреляция между содержаниями рения, осмия и палладия. Взаимосвязь содержаний палладия и рения обусловлена общностью их поведения в процессе рудообразования. Связь содержаний рения и осмия объясняется радиогенным происхождением осмия от рения [Бадалов; 1971]. Были найдены кларки-концентрации платиноидов, золота и серебра в рудных минералах медно-молибденовых месторождений для каждого из месторождений Алмалыкского района. Платиноиды распределяются в сульфидных минералах крайне неравномерно. Предполагается, что источником платиноидов являются вмещающие породы [Голованов; 1988]. Это подтверждается определением платины и палладия в диоритах, где их содержания составили 0,15 г/т и 0,18 г/т соответственно, в сиенито-диоритах - 0,15 г/т и 0,22 г/т соответственно, в гранодиорит-порфирах - 0,35 г/т и 0,16 г/т соответственно [Терехович; 1970]. Мобилизация металлов произошла в процессе метасоматоза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахунджанов Р., Каримова Ф.Б., Джуманиязов Д.И. Рудоносные монцитонитовиды медно-молибденового месторождения Ёшлик (Дальнее) Алмалыкского района (Республика Узбекистан) // *Геология и минеральные ресурсы*. 2021. № 3. - С. 43–49.
2. Голованов И.М., Николаева Е.Н., Кажихин М.А. Комплексная прогнозно-поисковая модель медно-порфировой формации. Т.: Фан, 1988. 203 с.
3. Игамбердиев Э.Э., Юсупов Р.Г., Азизов А.М. Металлоносность палеозойского магматизма и потенциальные ресурсы платиновых металлов (Чаткало-Кураминская активная континентальная окраина) // *Разведка и охрана недр*. М.: 2016. - С.6-11.
4. Каримова Ф.Б., Джуманиязов Д.И. Полиформационность медно-порфировых месторождений Алмалыкского горно-рудного района // *Вестник Университета геологических наук*. 2022. № 2. С.61-64.
5. Karimova F.B., Jumaniyazov D.I., Usmanova S.V., Tevelev A.V. The Mineralogical and Geochemical Features of the Yoshlik Deposit (Almalyk–Angren Mining Region, Uzbekistan). (2022) *Moscow University Geology Bulletin*, 77 (6), pp. 710-713. <https://www.springer.com/journal/11969>.
6. Каримова Ф.Б. Плутонические дайки золото-серебряных месторождений Алмалык-Ангренского района. Ташкент: Lesson Press, 2020. 113 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗРАСТА КВАРЦА ПО РАДИАЦИОННЫМ ЦЕНТРАМ

Кошуг Д.Г.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Геологический ф-т, г. Москва, dkoshchug@gmail.com

Определение возраста минералов или момента протекания геологических процессов является актуальной и важной задачей геологии. Широко распространенные инструментальные методы изотопной геохронологии основаны на распаде материнских изотопов и образовании дочерних изотопов. В результате распада радиоактивных элементов все минералы находятся под воздействием фонового ионизирующего излучения, которое приводит к образованию в них радиационных центров. Если радиационные центры стабильны в тех условиях, в которых находится минерал, то они с течением времени накапливаются. Их концентрация пропорциональна дозе излучения, поглощенной минералом, т.е. пропорциональна произведению интенсивности ионизирующего излучения (мощности дозы) на время облучения. При постоянном радиационном фоне концентрация радиационных центров пропорциональна «возрасту» минерала. Следует отметить, что во всех геохронологических методах измеряется не интервал времени от момента кристаллизации минерала, а интервал времени с момента остывания породы до температуры закрытия системы, которая существенно ниже температуры кристаллизации, до настоящего времени. Концентрация радиационных центров измеряется с помощью термостимулированной или оптически стимулированной люминесценции и электронного парамагнитного резонанса (ЭПР).

В данной работе определение возраста пород проводилось по радиационным центрам в кварце. В результате ионизирующего облучения при захвате дефектом лишнего электрона образуется электронный центр. Если дефект теряет электрон, то образуется дырочный центр. В таблице приведены наиболее часто используемые для ЭПР датирования центры в кварце.

Предцентр	Радиационный парамагнитный центр
$[\text{AlO}_4^-/\text{M}^+]^0$, где $\text{M} = \text{H}, \text{Li}, \text{Na}$	$[\text{AlO}_4/\text{h}^+]^0$, где h^+ - дырка
$[\text{TiO}_4]^0$	$[\text{TiO}_4^-/\text{M}^+]^0$, где $\text{M} = \text{H}, \text{Li}, \text{Na}$
$[\text{GeO}_4]^0$	$[\text{GeO}_4^-/\text{M}^+]^0$
Вакансия O	E-центр

Радиационная доза, поглощенная кварцем в природных условиях, измерена методом регенерации, в некоторых случаях дополнительно использовался метод добавочных доз. Мощность дозы (радиационный фон) рассчитывался по концентрации радиоактивных элементов U, Th и K в породе и в исследуемом минерале. Концентрация алюминиевых парамагнитных центров измерялась методом спектроскопии электронного парамагнитного резонанса с использованием эталонных образцов.

В качестве объекта исследований были выбраны вулканические породы Эльбрусского вулканического центра (ЭВЦ). Несмотря на достаточно большое число исследований эволюции ЭВЦ, до настоящего времени нет единой точки зрения на этапы его развития. В данной работе принята схема эволюции ЭВЦ, опубликованная в работе [Новейший...; 2005]. На основании геоморфологического и радиоизотопного датирования выделены две стадии его эволюции – кальдерная и посткальдерная. В каждой стадии есть ранний и поздний этапы. Для ЭПР датирования было отобрано 74 образца кварца из пород, соответствующих разным стадиям развития ЭВЦ.

Результаты ЭПР датирования кварца из пород кальдерной стадии как раннего, так и позднего этапов существенно моложе данных U-Pb SHRIMP RG, K-Ar, $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ и геоморфологического методов. Причины такого расхождения могут быть связаны, во-

первых, с тем, что температура закрытия метода ЭПР датирования кварца существенно ниже температуры закрытия радиоизотопных методов. Во-вторых, из-за низкой термической стабильности радиационных центров в кварце омоложение может быть связано с термальным воздействием на вышеуказанные породы непосредственно перекрывающих их лавовых потоков или серии разновозрастных субвулканических тел. Разработанная методика ЭПР датирования с промежуточным отжигом привела к результатам, имеющим лучшую сходимость с данными, полученными $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ и К-Аг методами для пород, возраст которых превышает 50 тыс. лет.

Помимо этих причин данные ЭПР датирования могут указывать на реальные более поздние процессы, геологические признаки которых либо пока не обнаружены, либо уничтожены различными природными процессами.

При датировании лавовых потоков с возрастом менее 50 тыс. лет наблюдается хорошая сходимость результатов, полученных ЭПР, радиоуглеродным и сравнительным геоморфологическим методами.

Метод ЭПР датирования по сравнению с методами изотопной геохронологии применим для определения возраста простых вулканических систем, сформировавшихся в течение одного этапа. При этом период остывания изверженных пород до температуры закрытия невелик по сравнению с их возрастом, что позволяет применить модель закрытой изотермической системы.

В случае интрузивных пород, особенно молодых, модель закрытой изотермической системы неприменима. Для таких систем был разработан метод датирования в условиях монотонно остывающей системы с учетом аннигиляции радиационных центров по реакциям I-го и II-го порядков [Коцуг; 1978]. Вклад переходного периода в процесс накопления радиационных дефектов зависит от параметров рекомбинационных процессов, скорости остывания системы и интенсивности радиационного фона. Длительность переходного периода возрастает при увеличении интенсивности радиационного фона и уменьшении скорости остывания пород.

В качестве геологического объекта для датирования был выбран Эльджуртинский гранитный массив (Большой Кавказ). Эльджуртинский гранит относится к одним из самых молодых плутонических пород на Земле. Он является удобным объектом исследования, т.к. он вскрыт на площади около 10 км², а также пробурен тремя скважинами общей протяженностью более 5 км по вертикали. Результаты ЭПР датирования хорошо согласуются с данными $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ датирования.

Полученные результаты позволяют утверждать, что для парамагнитных структурных дефектов понятие температуры закрытия неприменимо для типичных условий молодых интрузивных магматических комплексов.

Рекомбинационные процессы необходимо учитывать при ЭПР датировании даже тех пород, которые в течение длительного времени находились при низкой температуре. Невысокая температурная стабильность парамагнитных радиационных центров существенно ограничивает диапазон измеряемого времени, который при прочих равных условиях тем больше, чем меньше интенсивность радиационного фона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коцуг Д.Г. Структурные примеси и типоморфизм кварца: По данным ЭПР спектроскопии: - Москва, 1998 // Автореф. докт. дисс. / МГУ. – М., 1998. – 209 с.
2. Новейший и современный вулканизм на территории России // Отв. ред. Н.П. Лаверов / Н.П. Лаверов, Н.Л. Добрецов, О.А. Богатиков, В.Г. Бондур, А.Г. Гурбанов, В.И. Коваленко и др.) – М., Наука, 2005. – 604 с.

**ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЦИОНАЛЬНОМУ
ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

Саидов М.С.¹, Салихов Ф.С.², Магдиев М.М.²,

1 - Таджикский национальный университет, saidov-mirzo@mail.ru

2 - Филиал МГУ им. М.В. Ломоносова в городе Душанбе

Водные ресурсы Таджикистана составляют около 90 км³, из них формируются в пределах республики 60%, остальные поступают из сопредельных республик [3]. Водообеспеченность на 1 км² составляет около 430 тыс. м². Современный уровень водопотребления в республике по данным "Таджикгипроводхоза" составляет 15 км³, в т.ч. на нужды орошения - 13,5 км³ [4]. Имеющиеся водные ресурсы, таким образом, смогли бы обеспечить все потребности народного хозяйства республики на далекую перспективу. Однако, оценивая эти перспективы, необходимо учитывать уровень водообеспечения сопредельных территорий Узбекистана и Туркмении, т.е. рассматривать проблему водообеспечения территории Таджикистана в увязке с водообеспечением всей Центральной Азии. Здесь положение складывается не самым лучшим образом. Так, в сборнике «Средняя Азия» под редакцией И.П. Герасимова по этому поводу категорически отмечалось: «... сопоставляя современное состояние и перспективу использования вод Средней Азии, можно утверждать, что возможности дальнейшего развития водного хозяйства здесь очень велики и что, по крайней мере в текущем столетии вопросы переброски сюда вод из других речных бассейнов (видимо идет речь о переброске части стока рек) лишены какого-либо практического значения» [5,6].

Дальнейшее развитие народного хозяйства, в особенности сельскохозяйственного комплекса, потребует дополнительного расхода водных ресурсов и по предварительным проработкам («Средазгипроводхлопок» «Союзводпроект») [7] водные ресурсы крупнейшей реки Центральной Азии - Амударьи будут исчерпаны в 1990 году. Сегодня спустя 50 лет стало понятно, что переброска вод р. Обь в объеме 25 км³ не может решить эту проблему, если учесть современные темпы мелиорации земель в Центральной Азии и сроки реализации такого дорогостоящего и технически сложного объекта строительства 15-20 лет.

После завершения строительства Рогунской ГЭС наиболее перспективными объектами ирригационно-энергетического значения, имеющими важное значение для всей Центральной Азии, могут стать:

1. Даштиджумская ГЭС на р. Пяндж (полный объем водохранилища 17,6 км³, полезный объем - 10,2 км³).

2. Рушанская ГЭС на р. Пяндж полный объем водохранилища 5,5 км³, полезный объем - 4,1 км³.

3. Сарезская ГЭС на р. Бартанг правый приток р. Пяндж - Запасы пресной воды в озере оцениваются сегодня в 14,9 км³. Строительство ГЭС помимо ирригационно-энергетического значения вызывается необходимостью проведения мероприятий по предупреждению возможного прорыва вод этого озера и нанесения народному хозяйству огромного ущерба.

В качестве возможного первоочередного объекта комплексного назначения называется Даштиджумская ГЭС, как имеющая наиболее благоприятные технико-экономические показатели, сопоставимые с показателями работы Нурекской и Рогунской ГЭС.

Наиболее реальным и крупным объектом ирригационного строительства может стать решение Сарезской проблемы. Возможное освоение промышленностью уникального месторождения бора на Восточном Памире, значительная энергоемкость этого производства и др. должно в какой-то степени компенсировать труднодоступность и тяжелые условия строительства.

Наряду с мероприятиями по регулированию стока поверхностных вод, в Таджикистане и других республиках Центральной Азии должны систематически

проводиться работы по интенсификации использования имеющихся водных ресурсов, которые должны в основе содержать:

1. Реконструкцию оросительной сети на землях существующего орошения, обеспечивающую рациональный водозабор и водораспределение, совершенствование техники полива и др. В результате проведения этих работ можно снизить нормы расхода воды в сельском хозяйстве в 1,5-1,7 раза против фактического расхода;
2. Продолжение работ по межбассейновому перераспределению водных ресурсов;
3. Продолжение освоения земель машинного орошения;
4. Совершенствование уровня эксплуатации оросительных систем с целью сокращения непроизводительных потерь воды;
5. Разработку и осуществление комплексной программы по охране водных ресурсов, включающих в себя как обязательный элемент комплекс мероприятий по защите почв от эрозии создание охранных лесонасаждений и других мероприятий.

Закключение:

Согласно последним исследованиям (Доклад об оценке инициативы «Окружающая среда и безопасность» в бассейне р. Амударья, 2009), основным как на моделировании, так и на экспертных оценках, объемы водных ресурсов, доступных в бассейне Амударьи, вряд ли претерпят значительные изменения до 2030 г. Однако к 2050 г. Возможно сокращение речного стока (для Амударьи – на 10-15% по сравнению с существующим объемом). Вместе с тем Гидрометеорологическая служба Узбекистана [8] ожидает роста потребностей в орошении на 5% к 2035 г. и на 7-10% к 2050 г. Однако по мере истощения запасов воды в ледниках объемы стока могут уменьшиться, что окажет серьезное влияние на долгосрочную доступность водных ресурсов в Центральной Азии [9].

ЛИТЕРАТУРА

1. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. Ленинград: Гидрометеиздат, 1965. — 691 с.
2. Общая характеристика бассейна Аральского моря // <http://caspi.ru/EE/03-obj/Aral/Aral02.html>
3. Водные ресурсы Таджикистана. Министерство энергетики и водных ресурсов Республики Таджикистан // https://www.wis.tj/wpcontent/uploads/2023/02/water_resources_rus.pdf
4. Генеральная схема комплексного использования и охраны водных ресурсов СССР до 1990 г. Раздел водные мелиорации на территории Таджикской ССР. Таджикгипроводхоз. Душанбе. 1979. – С. 85-94.
5. Сборник «Средняя Азия» под редакцией И.П. Герасимова (М.1968). – С.181-182.
6. "Известия" от 13 августа 1978 г., статья чл.-корр. АН СССР, директора института водных проблем АН СССР Г. Воропаева.
7. Уточнение схемы комплексного использования водных ресурсов бассейна реки Сырдарья (III очередь). Средазгипроводхлопок. Ташкент. 1979.
8. Национальный доклад Государственного комитета Республики Узбекистан по охране природы «О состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов». – Ташкент: изд. «Chinorenk», – 2013. 255 с.
9. Агальцева Н.А., Болгов М.В и др., Оценка гидрологических характеристик в бассейне Амударьи в условиях изменения климата. Метеорология и гидрология, 2011, №10, с.34-45.

ГЕОЛОГИЯ ТАДЖИКИСТАНА НА ФОНЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ ГЕОЛОГИИ АЗИИ

Никишин А.М.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Геологический ф-т, г. Москва, nikishin@geol.msu.ru

Региональная геология Таджикистана имеет ключевое значение для понимания геологического строения всей Азии. На территории Таджикистана имеется три основные тектонические области: Тянь-Шань, Таджикский осадочный бассейн и Памир. При этом. Тянь-Шань относится к Центрально-Азиатскому орогену, а Таджикский бассейн и Памир относятся уже к орогену пояса Тетис.

Область Таджикистана пересекает весь орогенный пояс Южного Тянь-Шаня. По южному и северному краю этого орогена проходят офиолитовые сутуры и окраинно-континентальные вулканические и плутонические пояса. Южно-Гиссарский пояс позднепалеозойских батолитов является уникальным геологическим объектом, с которым может быть связан большой спектр полезных ископаемых. Сам ороген Южного Тянь-Шаня сложен разнообразными породами с возрастами от кембрия до карбона. Ороген образовался на месте палеозойского Туркестанского океана при его закрытии. Данный ороген на востоке уходит в Китай, а на западе – в зону Уральского орогена.

Северная часть Таджикистана относится к Срединному Тянь-Шаню. Здесь мы видим часть Ферганского осадочного бассейна. Ферганский бассейн наложен на докембрийский блок. В его разрезе имеется мезозойско-эоценовый платформенный комплекс и олигоцен-четвертичный комплекс межгорный молассовых отложений.

Таджикский бассейн наложен на докембрийский массив. В его разрезе имеется мезозойско-эоценовая платформенная часть и олигоцен-четвертичный межгорный молассовый комплекс. Бассейн характеризуется позднекайнозойской пологой складчатостью с горизонтальными срывами (детachmentами) по позднеюрским солям. Для бассейна возможны месторождения угля и углеводородов.

Памир уникален во многих отношениях. Для Памира традиционно выделяется три тектонические зоны: Северный Памир, Центральный Памир и Южный Памир. Данные зоны являются областями триасово-мелового окраинно-континентального аккреционного орогена. По северному и западному краям Памира проходит Предпамирский краевой прогиб. Аккреционный ороген с длительной субдукционной обстановкой является областью с потенциально большим набором металлических полезных ископаемых. Памир является естественным продолжением Тибетского плато. Толщина коры на Памире достигает 70 км. Это утолщение произошло за последние 10-25 млн лет. Пока нет однозначного понимания того, как кора стала такой толстой.

Географическое положение Таджикистана позволяет стать ему одним из ключевых центров по изучению геологии Азии и по прогнозу полезных ископаемых. Основные темы для международного научного сотрудничества могут быть следующие:

1. История формирования орогена Памира как окраинно-континентального аккреционного орогена.

2. Совместное изучение Памира и Тибета для понимания геодинамики процесса и следствий коллизии Индийского и Азиатского континентов (сюда входят и вопросы сейсмичности).

3. История формирования орогена Южного Тянь-Шаня, как орогена уходящего и в Китай, и в сторону Урала.

4. История и геодинамика формирования современных антиклинальных складок Таджикского бассейна.

5. Территория Таджикистана должна стать идеальным местом для изучения современных горизонтальных и вертикальным движений и сейсмичности с установлением специальных приборов.

6. Территории Памира и Южного Тянь-Шаня являются областями вероятных открытий крупных месторождений металлических полезных ископаемых.

Международное сотрудничество (включая МГУ) должно способствовать тому, чтобы Таджикистан стал одной из столиц по изучению геологии Азии.

ВЫДАЮЩИЕСЯ МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ ТАДЖИКИСТАНА

Пеков И.В.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Геологический ф-т, г. Москва, igorpekov@mail.ru

Республика Таджикистан располагает замечательными минеральными богатствами, среди которых – месторождения полиметаллов, меди, серебра, золота, олова, вольфрама, висмута, стронция, флюорита, драгоценных и цветных камней. Однако существует и природное богатство иного рода – минералогические объекты, выдающиеся по значимости в фундаментальном естественно-научном отношении и в отношении общекультурном. Им и посвящено настоящее сообщение.

При определении понятия "выдающийся минералогический объект" можно выделить два основных аспекта. Один из них – собственно естественно-научный. В общем случае мы говорим о геологическом объекте, выделяющемся своеобразием минералогии и как правило значительным минеральным разнообразием, причем это такой объект, изучение минералогии которого уже дало или в перспективе может дать большой объем новой информации, значимой для развития естественных наук – как собственно минералогии, так и сопряженных отраслей знания: кристаллографии и кристаллохимии (а через них – химии и физики), геохимии, петрологии, литологии, любых других геологических дисциплин, в первую очередь тех, что непосредственно связаны с изучением минералообразующих систем и процессов. Второй аспект понятия "выдающийся минералогический объект" – это аспект гуманитарный: здесь важно значение объекта для истории науки (как и насколько весомо он уже "прозвучал" в науке) и в качестве источника интересных музейных минералогических образцов.

В настоящем сообщении упор сделан на естественно-научный аспект значимости выдающихся минералогических объектов Таджикистана. Три из них можно отнести к категории "экстраординарные минералогические объекты мирового значения".

Щелочной комплекс **Дарай-Пиоз** в Алайском хребте – минералогическая жемчужина, объект самого высокого мирового класса. Его пегматиты и редкометалльные метасоматиты не имеют в мире не то чтобы аналогов, но даже близких "родственников" как в минералогическом, так и в геохимическом отношении. Изучение Дарай-Пиоза начал немногим более 60 лет назад минералог из Института геологии АН Таджикской ССР В.Д. Дусматов вместе со специалистами из ИМГРЭ (Москва), а сегодня активно продолжает коллектив исследователей Минералогического музея им. А.Е. Ферсмана РАН (Москва) под руководством Л.А. Паутова в тесном сотрудничестве с коллегами из Душанбе под руководством А.Р. Файзиева. Постмагматические образования Дарай-Пиоза уникально богаты одновременно цезием, литием и бором при высокой агпаитности и большом содержании кремнезема. Вкупе с обогащенностью другими редкими элементами (REE, Zr, Be, Ba и др.) это породило совершенно своеобразную минералогию. Так, из 65 новых минеральных видов, открытых на территории Таджикистана, 43 приходится на Дарай-Пиоз (который, кстати, входит в дюжину объектов – мировых рекорсменов по числу впервые открытых минералов). Все эти 43 новых минерала – силикаты, и все без исключения

содержат в качестве видообразующего хотя бы один редкий или "рудный" элемент: Li, Cs, Be, Sr, Ba, B, Y, Ce, Nd, Th, U, Zn, Sn или Pb. Изучение минералогии Дарай-Пиоза внесло большой вклад в развитие геохимии и кристаллохимии Cs, Li, B, Ba, REE, Zr и в разработку кристаллохимии слоистых силикатов (слюды, члены группы астрофиллита, гетерофиллосиликаты) и силикатов с двухэтажными кольцами в структуре (группы осумилита и стисиита), много дало для понимания процессов образования минералов и горных пород в пересыщенных кремнеземом высокощелочных системах. Дарай-Пиоз играет ключевую роль в минералогии (в т.ч. генетической), геохимии и минералогической кристаллохимии цезия. В частности, из 28 известных сегодня в мире собственных минералов цезия 13 открыты здесь. Перспективы разностороннего изучения Дарай-Пиоза, особенно его минералогии и вопросов генезиса разнообразных постмагматических образований, и сегодня очень значительны.

Месторождение благородной шпинели **Кухилал** на Юго-Западном Памире известно с древности. Помимо того, что это знаменитый источник драгоценных камней, Кухилал имеет огромное значение для генетической минералогии, геохимии и петрологии контактово-метасоматических образований. Его можно считать эталонным объектом для комплексного изучения "самых магнезиальных" скарнов – тех, что формируются на контакте не с доломитами, а с магнезитами. В поле месторождения Кухилал находится и еще один эталонный в геохимико-генетическом отношении объект – секущая магнезиты крупная пегматитовая жила Музейная, которая демонстрирует ярчайший пример сильной контаминации гранит-пегматитовой минералообразующей системы магнием.

Третий минералогический объект мирового значения – **Раватские подземные пожары** на Фан-Ягнобском бурогольном месторождении. Если большинство активных угольных пожаров в мире сегодня имеет техногенный характер (они связаны в основном с отвалами угледобывающих предприятий или старыми шахтами), то Раватские пожары – феномен чисто природный. Минералогия здешних псевдофумарол очень разнообразна и своеобразна, в т.ч. благодаря тому, что фан-ягнобские угли богаты редкими элементами. Здесь открыто семь новых минеральных видов, зафиксированы минералы V, Zn, Cd, Hg, Pb, Mo, As, Se. Раватские пожары – замечательная природная лаборатория, где исследователь имеет уникальную возможность "вживую", *in situ* наблюдать минералообразование из газовой фазы в широком диапазоне температур. Отметим, что по геохимии газов и сублиматов раватские псевдофумаролы сильно отличаются от "истинных", т.е. вулканических фумарольных систем, отличаются в первую очередь богатством и разнообразием эксгальационных соединений азота и присутствием органических веществ, в т.ч. кристаллических.

Кроме этих трех "звезд первой величины" в Таджикистане можно выделить и ряд других выдающихся минералогических объектов. Так, это гранитные пегматиты Восточного и Юго-Западного Памира. Например, Рангульское пегматитовое поле интересно в т.ч. выдающейся боратной минерализацией [гамбергит, еремеевит, тусионит, редкоземельные бораты, удивительный новый бериллосиликоборат бадахшанит-(Y) $Y_2Mn_4Al(Si_2B_7BeO_{24})$]. Из рудных месторождений отметим ряд объектов Карамазара, в первую очередь те, что относятся к Адрасман-Канимансурскому рудному полю. Здесь перспективным представляется изучение сульфосолей Bi, Ag, Cu, Pb (месторождения Адрасман, Большой Канимансур, Тарыэкан), минералогии зоны окисления медно-полиметаллических с Ag и Bi месторождений (Такели). Отдельный интерес представляет исследование на современном уровне гипергенной урановой минерализации на объектах Карамазара. Она систематически изучалась лишь в 1950-х – 1960-х гг, и многое из того, что было сделано в те годы, нуждается в дополнительном исследовании современными методами; например, этого требуют силикаты группы урсилита, пржевальскит и некоторые другие фосфаты уранила (месторождения Табошар-Сарымсаклы, Адрасман, Октябрьское, Джеркамар и др.). Особняком среди рудных объектов стоит оловянное месторождение Мушистон в Зеравшанском хребте, где по первичным существенно станниновым рудам развита мощная

зона окисления, и важнейшую роль, в т.ч. как рудные минералы, играют гидростаннаты с перовскитоподобными структурами – члены группы шёнфлисита. Здесь открыты три новых минерала этой группы – мушистонит $\text{CuSn}(\text{OH})_6$, натанит $\text{FeSn}(\text{OH})_6$ и висмирновит $\text{ZnSn}(\text{OH})_6$. Окисленные руды Мушистона весьма перспективны для изучения поведения олова в зоне гипергенеза и установления природы до сих пор плохо изученных водных оксидов этого элемента.

В заключение несколько слов на "музейно-минералогическую" тему. На территории Таджикистана есть целый ряд ярких объектов, выдающиеся образцы из которых украшают минералогические коллекции всего мира. Из тех, что не упоминались выше, в первую очередь стоит отметить месторождения Кукурт (скаполит-мариалит), Ляджвардара (лазурит и сопутствующие минералы), Куликолон (оптический флюорит), Каптархана (самородная медь и куприт), Шураб и Гулисай (целестин), кварцевые месторождения в пределах Ванчского и Язгулемского хребтов, проявление эпидота Бель-Альма.

ВЛИЯНИЕ СТИЛЯ СУБДУКЦИИ НА РЕЦИКЛИНГ ВОДЫ В МАНТИИ В ИСТОРИИ ЗЕМЛИ

Перчук А.Л.^{1,2}, Захаров В.С.¹, Геря Т.В.³

1 - Геологический факультет МГУ, г. Москва, alp@geol.msu.ru

2 - Институт экспериментальной минералогии им. Д.С. Коржинского РАН, г. Черноголовка

3 - Швейцарский федеральный технологический институт, Отделение наук о Земле, г. Цюрих, Швейцария

Пологая субдукция часто рассматривается как раннедокембрийский процесс, которой не воспроизводится в численных моделях. С помощью 2D петролого-термомеханического моделирования субдукции и использованием модифицированного кода I2VIS (Gerya, Yuen, 2003) в зоне перехода океан-континент нами впервые показано, что одним из ключевых факторов существования пологой субдукции в раннем докембрии являлась разная кинетическая задержка эклогитизации в базальтовом и габброидном слоях океанической коры (Perchuk et al., 2023). Используя двумерное численное моделирование субдукции при различных потенциальных температурах мантии (T_p), соответствующих различным этапам эволюции Земли, мы показываем два основных режима субдукции - неглубокую плоскую субдукцию на ранней Земле и глубокую и крутую субдукцию на современной Земле, обеспечивающие контрастные режимы рециркуляции воды в мантию. Современная субдукция, полученная в моделях при потенциальных температурах мантии $\Delta T_p = 0-125$ °C (по сравнению с современными, начиная с ~0.9 млрд лет до наших дней), в основном крутая и глубокая; при этом режиме значимое количество воды переносится в переходную зону мантии, где часть ее, выделяясь из слэба, сохраняется в номинально безводных минералах (вадслеит и рингвудит). На ранних стадиях развития Земли ($\Delta T = 150-275$ °C, ~1.5-3.0 млрд лет) доминирует малоглубинный режим субдукции, при котором вода связывается в минералах на относительно небольших мантийных глубинах. Пологая субдукция сопровождается эпизодическим магматизмом, ограниченным по объему. В работе показывается, что вековое охлаждение мантии Земли и соответствующие изменения в стиле субдукции отразились как на общем объеме океанической воды, переработанной субдукцией, так и на глубине рециклинга воды в мантии.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ грант № 23-77-00066 с использованием оборудования Центра коллективного пользования сверхвысокопроизводительными вычислительными ресурсами МГУ имени М.В. Ломоносова и рабочей станции в ИЭМ РАН, Черноголовка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gerya. T.V., Yuen. D.A. // *Phys. Earth Planet. Int.* 2003. V. 140. P. 293-318.
2. Perchuk A.L. et al.// *Gondwana Res.* 2023. V. 119. P. 186-203.

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Поздняков С.П., Гриневский С.О., Ведяшкина В.В.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Геологический ф-т, г. Москва, spproz@mail.ru

Динамика климата во многом обуславливает наблюдаемую изменчивость ресурсов поверхностных и подземных вод и определяет проблемы и перспективы их устойчивого использования в 21 веке. Проводимые в последние десятилетия исследования изменчивости речного стока в бассейнах, расположенных в различных природных условиях, показывают, что наблюдаемые и прогнозируемые изменения климата во многих регионах существенно влияют на гидрологический цикл суши [Гельфан и др, 2021]. В частности, для Европейской Территории России (ЕТР) выявлено изменение стока рек, начиная с 60-70 годов прошлого века [Фролова и др, 2022]. В качестве примера на рис. 1 показана трансформация внутригодового гидрографа стока р. Жиздры, отражающая характер многолетней изменчивости стока весеннего половодья и меженного периода. Содержательная интерпретация стоковых рядов, подобных представленным на рис. 1, приводит к выводу, что основным процессом, определяющим их трансформацию является динамика накопления и деградации снежного покрова, на которую существенно влияет тренд увеличения зимних температур, происходящий во второй половине 20-го и начале 21-го века.. Этот тренд приводит к уменьшению глубины сезонного промерзания и к увеличению числа оттепелей, что вызывает улучшение условий инфильтрации талой влаги и снижение пиковых расходов половодья рек. Для выявления влияния изменения климата на взаимосвязь поверхностных и подземных вод использовался подход, основанный на построении моделей инфильтрационного водообмена [Гриневский, Поздняков 2010] для двух бассейнов стока, расположенных в различных климатических условиях ЕТР: бассейна р. Ваймуга в Архангельской области и бассейна балки Таловая на территории Каменной степи Воронежской области. При помощи этих моделей проводился эпигнозный анализ физических процессов, влияющих на формирование инфильтрационного водообмена в настоящее время. Для прогнозирования изменения суммарного и подземного стока на конец 21 века с помощью этих моделей использовался даунскайлинг прогнозов изменения климата, выполненный при помощи ансамбля Моделей Общей Циркуляции Атмосферы и Океана (МОЦАО) для экстремального сценария потепления SSP5–8.5 [Hayhoe et al, 2015]. Для каждого бассейна из ансамбля, состоящего из 19 МОЦАО выбраны три контрастных прогнозных модели, согласно которым ожидается максимальное уменьшение коэффициента увлажнения («сухая»), его максимальное увеличение («влажная») и среднее изменение («средняя»). Для каждой из этих моделей выполнено моделирование трансформации осадков на поверхности и инфильтрационного водообмена поверхностных и подземных вод, что позволило дать прогнозную оценку формирования суммарного испарения и стока к концу 21 века.

Обобщение и генерализация результатов прогноза для выявления общих закономерностей влияния ожидаемых климатических изменений на гидрологический цикл и инфильтрационный водообмен для объектов, находящихся в разных климатических условиях, проводилось с использованием водно-энергетической кривой М.И. Будыко и ее аппроксимации уравнением Фу [Zang et al, 2004]. Оказалось, что в координатах Будыко все эпигнозные и прогнозные варианты расчетов для обоих объектов попадают

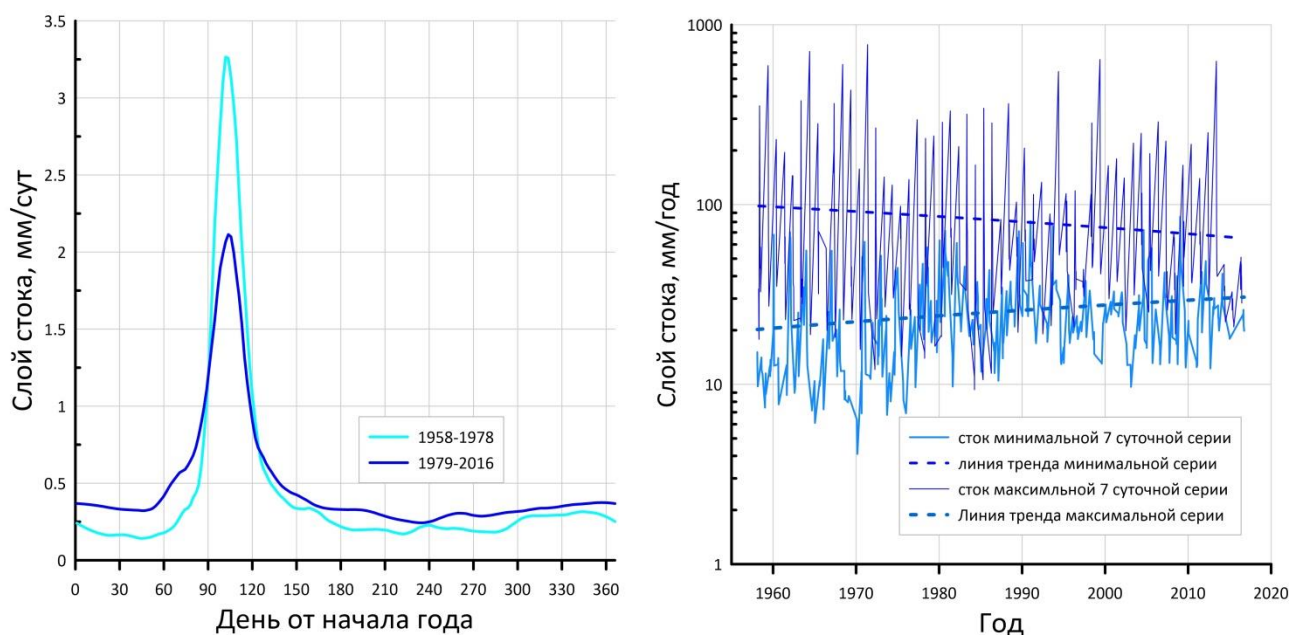


Рисунок 1. Среднегодовое гидрограф реки Жиздра – слева. Многолетняя динамика минимальных и максимальных 7 суточных серий расхода - справа

примерно на одну кривую уравнения Фу, то есть при реализации анализируемого климатического сценария изменения водного баланса будут, по-видимому, двигаться вдоль этой кривой. Полученное расположение точек на кривой очень хорошо иллюстрирует известную проблему неопределенности в прогнозных осадках, возникающую при использовании ансамбля МОЦАО. В целом, поскольку сценарий SSP5–8.5 вызывает в рассматриваемых широтах повышение среднегодовой температуры на 7-9 градусов к концу 21 века, то при прогнозах логично ожидать переход от энерго-лимитируемого суммарного испарения к водно-лимитируемому, то есть прогнозы должны “отодвигаться” вдоль кривой Фу от базового варианта вправо, как показывают красные стрелки на рис. 2. Но для бассейна Ваймуга прогноз по влажной модели ушел влево (синяя стрелка на рис. 2), то есть эффект увеличения осадков не компенсировался даже таким значительным ростом температур (увеличением доступной для испарения энергии), который возникает при реализации сценария высокого роста температур. Для Каменной степи расстояние от влажной модели, ушедшей от базового варианта вправо существенно меньше, чем до сухой.

Полученные результаты позволили сформулировать следующие выводы.

Ландшафтные различия климатической изменчивости инфильтрационного водообмена весьма существенны и проявляются даже на площади малых речных бассейнов с относительно однотипными условиями, что обусловлено нелинейностью климатической перестройки воднобалансовых процессов на поверхности земли и в зоне аэрации.

Долгосрочные прогнозы климатических изменений на основе глобальных МОЦАО показывают большую вариативность возможных изменений метеорологических характеристик, в первую очередь – осадков, и как следствие - прямо противоположные тенденции изменения коэффициента увлажнения. Это определяет неоднозначность долгосрочных прогнозных оценок изменения среднегодового инфильтрационного питания подземных вод.

Представление результатов прогнозного геогидрологического моделирования, основанного на ансамблевом прогнозе климатических моделей в координатах пространства Будыко, позволяет более обоснованно проводить интерпретацию результатов моделирования при высокой неопределенности в базовых прогнозных характеристиках климата – осадках и температурах и выявлять общие закономерности изменения водного баланса.

Финансирование. Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 21-47-0008

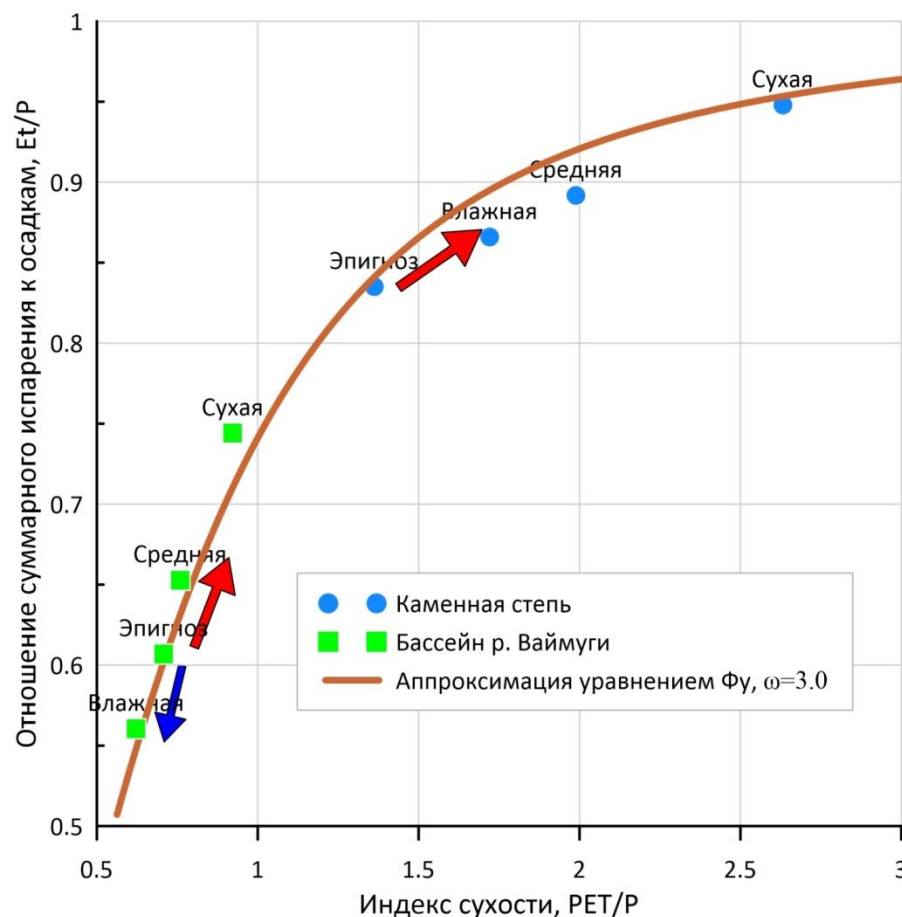


Рисунок 2. Связь отношения суммарного испарения к осадкам с индексом сухости для исследуемых бассейнов

ЛИТЕРАТУРА

1. Гельфан А.Н. и др. Влияние изменения климата на годовой и максимальный сток рек России: оценка и прогноз // Фундамент. приклад. климатология. 2021. Т. 7. № 1. С. 36–79.
2. Гриневский С.О., Поздняков С.П. Принципы региональной оценки инфильтрационного питания подземных вод на основе геогидрологических моделей // Водные ресурсы. 2010. Т. 37, № 5. С. 543–557.
3. Фролова Н.Л. и др. Сток рек России при происходящих и прогнозируемых изменениях климата: Обзор публикаций. 1 Оценка изменений водного режима рек России по данным наблюдений // Водные ресурсы. 2022. 49(3). С. 251–269,
4. Hayhoeet K. et al. Climate models, scenarios, and projections. In: Climate Science Special Report: Fourth National Climate Assessment, Volume I, D. J. Wuebbles, Ed. (US Global Change Research Program, Washington, DC, 2017), Vol. 1, .P. 133–160
5. Zhang L., Hickel K., Dawes W. R., Chiew F. H. S., Western A. W., Briggs P. R. A rational function approach for estimating mean annual evapotranspiration// WATER RESOURCES RESEARCH. 2004. 40 (2), <https://doi.org/10.1029/2003WR002710>

ФИЛИАЛ МГУ В ГОРОДЕ ДУШАНБЕ – ОТ НАЧАЛА ДО НАШИХ ДНЕЙ

Реймерс А.Н.

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова
геологического факультет, г. Москва, areimers@mail.ru

Коренные изменения в жизни Республики Таджикистан в конце XX века поставили систему образования республики перед необходимостью в новых политических и экономических условиях выбрать правильную стратегию развития и обеспечить высокий уровень подготовки необходимых высококвалифицированных специалистов. Открытие новых вузов, факультетов, кафедр и специальностей стала главной инновационной деятельностью Президента и Правительства Республики Таджикистан в данном направлении

Функционирование Филиала университета в другом государстве – сложный и многогранный процесс, включающий в себя значительный объем подготовительной работы, согласований с государственными институтами РТ, финансовых, административно-хозяйственных условий его деятельности, требующихся для развития инфраструктуры Филиала с единственной целью - подготовки высококвалифицированных кадров для РТ. Московский университет в своей деятельности, прежде всего, опирается на Соглашение и протоколы, подписанные между Министерством образования РТ и МГУ.

Указом Президента Республики Таджикистан от 6 мая 2009 года №655 официально создан Филиал в городе Душанбе.



Здание филиала МГУ им.М.В.Ломоносова в г.Душанбе



Филиал МГУ им.М.В.Ломоносова в г.Душанбе

Первый год филиал арендовал помещения Таджикского патентного института, теперь же филиал располагается в собственном здании - здании бывшего Института транспорта, где был проведен капитальный ремонт. В новом здании были сформированы электронная библиотека, и физическая и химическая лаборатории, 4 лингафонных кабинета, 2 компьютерных класса, гостиница для преподавателей

01 июля 2010 года в г. Душанбе состоялось торжественное открытие здания филиала МГУ. На церемонии открытия здания филиала Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова в городе Душанбе приняли участие Президент Республики Таджикистан Его Превосходительство Эмомали Рахмон и Ректор МГУ академик В.А.Садовничий.



Выступая на церемонии открытия Филиала, Глава государства в частности сказал: «С учетом потребностей современного рынка, динамичности развития экономики, мы четко осознаем важность открытия филиала известнейшего во всем мире университета, выпускающего из своих стен всесторонне подготовленных специалистов, чьи знания и образование ценятся и востребованы в разных уголках света».

Президент Таджикистана поставил вопрос перед руководством филиала МГУ- усилить ориентирование на прием не только граждан Республики, но и молодёжь из Афганистана, Пакистана, Индии, Ирана, Китая, Киргизии, Туркменистана и других стран ближнего и дальнего зарубежья-сделать филиал Региональным центром образования.

Начинали мы с 2-х направлений - математики и МО, в 2010 – 3-х : добавилась геология; в 2011 году лицензировали «Государственное и муниципальное управление» и «Химия, физика и механика материалов», а в 2012 - «Лингвистику» . Седьмым направлением с 2016 года стало «Реклама и связь с общественностью в сфере туризма».

Набор студентов – 1 год- 42 студента (осталось 36), 2010 - 75 мест (3 направления по 25 человек), из них на 60 мест бюджета подано было 405 заявлений. Конкурс у математиков 4,5 человек на место, у геологов 2 человека на место и у международников 10 чел\место. Это самый высокий конкурс в Душанбе на тот момент из всех ВУЗов. И так он держался и рос до 2017 года – «реформы приема» с участием «Центра Тестирования РТ».

С 2009 работают подготовительные курсы, а с 2012 – Лицей. В 2014 открыт Центр тестирования.

В настоящее время Филиал МГУ устойчиво развивается, выпустил уже более 1000 студентов, большинство из которых трудоустраиваются.



В планах открытие магистерских программ «Математика и компьютерные науки», «Химия физика и механика материалов» «Гидрогеология и инженерная геология».

Функционируют 10 научных лабораторий, 5 компьютерных классов, лингафонные кабинеты, новый Актовый зал и главное - своя база практик для студентов – геологов в Зиддах.

**ОБЗОР ПРИРОДООРИЕНТИРОВАННЫХ РЕШЕНИЙ И ИХ ПОТЕНЦИАЛА
ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОЗДУХА И ЗДОРОВОЙ
ГОРОДСКОЙ ЖИЗНИ В ДУШАНБЕ И ТАДЖИКИСТАНЕ**

Саидов М.С.¹, Саидзода С.М.², Давлатов Ф.С.¹

1 - Таджикский национальный университет, saidov-mirzo@mail.ru

2 - ГУ «Научно-исследовательский центр охраны водных ресурсов»

Комитет охраны окружающей среды при правительстве

Республики Таджикистан

Основанные на природе решения в сочетании с подходами, предусматривающими широкое участие и расширение прав и возможностей, могут способствовать восстановлению экономики и улучшению состояния окружающей среды [1].

Рекомендации по природоориентированным решениям для улучшения качества воздуха и здорового образа жизни в городе Душанбе.

1. Посадка новых деревьев и закладка садов на крышах. Все работы по озеленению необходимо осуществлять в соответствии с новым отредактированным Генеральным планом города Душанбе [2];

2. При проектировании новых строительных объектов в обязательном порядке предусматривать озеленение и ирригационную систему, при необходимости предусматривать альтернативный метод полива [3].

3. Разработать Программу по капитальному ремонту магистральных каналов, восстановлению и расширению городской ирригационной сети, восстановлению и строительству новых артезианских скважин и поливных водопроводов, внедрения "капельного орошения" и "дождевания" с целью уменьшения доли автополива на обслуживаемых зеленых территориях.

4. Формирование системы охранных зон за пределами и в пределах Душанбе, составляющих единое целое и развивающих систему особо охраняемых территорий природного комплекса;

5. Организацию и благоустройство водоохраных полос рек Душанбинка, Лучоб, Кафирниган, проведение мероприятий по восстановлению пойменных территорий, как элементов экологического каркаса города [2];

Рекомендации по улучшению управления качеством воздуха:

1. Внедрение углеродного и топливного налога с предприятий Душанбе, стационарных и мобильных источников загрязнения воздушной среды города, как мера борьбы с выбросами CO₂.

2. Перевод Душанбинской ТЭЦ 2 и Цементного завода на газообразное топливо.

5. Перевод административных и жилых зданий города на получение энергии от возобновляемых источников энергии, в частности на экологически чистую солнечную энергию, стоимость получения которой постоянно снижается. Внедрение теплоизоляции и энергоэффективности в зданиях города.

6. Политика и инвестиции в поддержку более чистого транспорта, ввоз гибридных и автомобилей, работающих на электроэнергии (электромобили). Стимулирование использования чистого транспорта путем снижения таможенных пошлин.

7. Снижение перегруженности дорог, улучшение доступа к общественному транспорту, троллейбусам.

8. Реформирование налогообложения транспортных средств (налогов на приобретение, регистрацию и годового дорожного) таким образом, чтобы налоги основывались на конкретных показателях выхлопов CO₂.

9. Внедрение прогрессивных методов утилизации и переработки городских отходов, включая каптаж (улавливание) метана, выделяемого в местах утилизации отходов

10. Разработка открытой и доступной для общественности карты выбросов загрязнителей в атмосферный воздух Душанбе, общественный мониторинг качества воздушной среды [4].

11. Республика Таджикистан должна стать Стороной Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния и протоколов к ней. Участие Таджикистана в Конвенции предоставит стране более широкий доступ к необходимой информации для разработки стратегии мониторинга в сфере загрязнения воздуха, надежной системы инвентаризации выбросов и стратегии управления качеством воздуха [5,6].

12. Увеличение количества экологических решений в городе, таких как расширение городских парков и зеленых насаждений, а также создание зеленых стен и крыш на существующих зданиях [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Ву, Х., Нетери, Р. К., Сабат, М. Б., Браун, Д., и Доминичи, Ф. Загрязнение воздуха и смертность от COVID-19 в США: сильные и слабые стороны экологического регрессионного анализа. *Успехи науки*, 6 (45), eabd4049. 2020.
2. *Корректировка генерального плана Республика Таджикистан. Город Душанбе. Концепция социально-экономического и территориального развития г. Душанбе. 2010 год.* Источник: <https://ru.wikipedia.ru/wiki/>
3. *План мероприятий по посадке деревьев и кустарников, сезонных и многолетних цветов осенью 2021 года и весной 2022 года.* Источник: <https://khovar.tj/rus/2021/10/v-dushanbe-utverzhdyon-plan-meropriyatij-po-posadke-sezonnyh-i-mnogoletnih-rastenij-na-period-oseni-2021-goda-i-vesny-2022-goda/>
4. *Министерство сельского хозяйства и охраны природы Мониторинг качества воздуха в Республике Таджикистан Душанбе 2007г. (презентация).* Источник: <http://www.myshared.ru/slide/635007/>
5. *Трансграничное загрязнение воздуха основными загрязняющими веществами (S, N, O₃) и ТЧ в Таджикистане, ЕМЕП, 2015 г. Обзоры результативности экологической деятельности. Таджикистан. Третий обзор проект. ООН Нью-Йорк и Женева, 2017 г.*
6. Саидов М.С. Анализ ситуации по песчаным и пыльным бурям в Таджикистане *Известия Вузов. Бишкек. № 2. 2021.– С. 20-23*

Ru, Os, Ir, Rh, Pt, Pd – ГЕОХИМИЯ, МИНЕРАЛОГИЯ, МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Спиридонов Э.М.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Геологический ф-т, г. Москва, ernstspiridon@gmail.com

Геохимия. Многие исследователи, наш – А.А. Ярошевский [Ярошевский, 2004], полагают, что из силикатного вещества хондритов образовалась мантия Земли, за счёт металлической части метеоритов – металлическое ядро Земли. Что «говорит» геохимия платиновых металлов? Геохимия платиновых металлов «говорит», что «напрямую» за счёт вещества хондритов образовать мантию Земли - нельзя. Слишком мало в породах земной мантии платиновых металлов в сравнении с веществом хондритов. Следовательно, необходимо удалить большую часть платиновых металлов. Как? Только один вариант - сформировать расплав металлического железа (железа с никелем), который просачиваясь вглубь к ядру Земли, «по дороге» впитаёт и унесёт большую часть платиновых металлов. Такие расплавы возникают, когда базитовые магмы захватывают ксенолиты углистых пород. Вещество углей превращается в графит и выделяется огромное количество восстановленных газов - метана, водорода, монооксида углерода..., которые активно реагируют с веществом базитов. Происходит природный металлургический процесс [Спиридонов, 2012]. Возникший расплав железа с помощью флюидов «впитывает» Ni, Co, Cu, Pd, Pt, Au окружающих пород.

Повышенные концентрации всех платиновых металлов характерны для магматитов ультраосновного и основного состава, тугоплавкие – Ru, Os, Ir концентрируются в магнезиальных гипербазитах, легкоплавких – Pt, Pd, Rh больше в железистых гипербазитах и базитах. Кларки платиновых металлов - рутения Ru, осмия Os, иридия Ir, родия Rh, платины Pt, палладия Pd, как и близкого к ним золота Au, - в ультраосновных породах достигают десятков ppb = мг/т, в основных породах - до 10-20 мг/т, в кремнекислых породах - около и менее 1 мг/т. Содержание платиновых металлов и золота катастрофически снижается с ростом кремнекислотности магматических горных пород, аналогично Mg, Ni и Cr. Осадочные породы бедны платиновыми металлами.

Как извлечь из металлоносных базит-гипербазитовых расплавов максимальное количество платиновых металлов и золота? Раскислить, контаминировать мантийные расплавы веществом земной коры. Именно такие процессы способствовали образованию крупнейших месторождений платины и палладия – Бушвелда и Норильска.

При высоких температурах платиновые металлы охотно растворяются в любых металлических расплавах. На этом основан наиболее надёжный метод определения содержаний платиновых металлов и золота в рудах – пробирный анализ: восстановительная плавка руд с добавкой PbO для образования свинцового расплава. Платиновые металлы столь же охотно растворяются в сульфидных расплавах, свойства которых близки к металлическим. Поэтому основная масса платиновых металлов в планетах и метеоритах нашей Солнечной системы связана в высокотемпературных твёрдых растворах – металлическом Fe-Ni и моносulfидных Fe-Ni (Mss) и Fe-Cu-Ni (Iss). Mss-совместимые: Rh, Ru, Os, Ir. Iss-совместимые: Pt, Pd, а также – Au, Ag. Большая часть благородных металлов сосредоточена в металлическом ядре нашей планеты [Гольдшмидт, 1938; Ярошевский, 2004; Naldrett, 2004].

Платиновые металлы благородные - при низкой температуре. При высокой температуре платиновые металлы – типичные халькофилы. Сродство к сере у рутения и осмия выше, чем у меди. Поэтому, наиболее распространённые минералы платиновых металлов – сульфиды.

При высоких температурах в восстановительных условиях платиновые металлы, как и железо, никель, кобальт... охотно образуют легко летучие и достаточно устойчивые комплексы с монооксидом углерода – карбонилы: Fe(CO)₅, Ni(CO)₄, Co₂(CO)₉, Ru(CO)₄, Os(CO)₄, Ru₂(CO)₉, Os₅(CO)₁₆, Rh₆(CO)₁₆, Ir₆(CO)₁₆, Co₂(CO)₉, Pd(CO)₅, Pt(CO)₇...; гидриды карбонилов – H₂Os(CO)₄, H₂Os₄(CO)₁₃, Os₉H(CO)₂₄ ...; карбиды карбонилов - Ru₆C(CO)₁₇, Rh₈C(CO)₁₉, карбонил - галогениды – Ir(CO)₃(Cl,F).... Их аналоги фуллериды и

металлофуллерены. Летучие карбонильные комплексы благородных металлов разрушаются на окислительных барьерах – скоплениях ферришпинелидов – феррихромита, хроммагнетита, титаномангнетита, где и возникают вкрапленность и самородки изоферроплатины, осмистого иридия, осмия...

Одна из генетических меток для минерализации платиновых металлов – изотопный состав осмия, прежде всего величина $^{187}\text{Os} / ^{186}\text{Os}$, - индикатор мантийного или корового источника металлов в рудах.

Поведение платиновых металлов определяет **концентрация** в минералообразующих системах **сульфидной серы**, основные типы минералов платиновых металлов = PGM - **сульфиды**. Концентрация сульфидной серы зависит от общей концентрации серы в системе и прежде всего от величины окислительного потенциала, которая в магматических условиях определяется содержанием воды и щёлочностью, а также концентрацией водорода, метана, монооксида углерода... во флюидах. В «сухих» расплавах концентрация сульфидной серы может быть значительной (Садбери...). В водонасыщенных расплавах концентрация сульфидной серы минимальна (Нижний Тагил...).

Месторождения и минералогия платиновых металлов. Два главных типа магматических месторождений платиновых металлов - малосульфидные (Бушвелд, Стиллуотер, Великая Дайка, Нижний Тагил...) и сульфидные (Садбери, Мончегорск, Печенга, Норильск) с принципиально разной историей формирования PGM и минеральными формами платиновых металлов. В сульфидных месторождениях значительная часть платиновых металлов, прежде всего – Rh, Ru, Os, Ir – находится в сульфидных твёрдых растворах, в пирротине... Среди мало сульфидных, образованные из «сухих» расплавов (PGM – сульфиды, Бушвелд, Кемпирсай...) и из водонасыщенных расплавов (PGM – самородные, Нижний Тагил, Кытлым, Губныйсбей, Кондёр, пегматитовые трубки Бушвелда). В хромититах офиолитовых гипербазитов (Кемпирсай...) преобладают высокоТ магматические лаурит RuS_2 , осмистый лаурит $(\text{Ru},\text{Os})\text{S}_2$, иридий или осмистый иридий (Os,Ir); наличие последних – свидетельство недосыщенности расплава сульфидной серой. В главных месторождениях платины: горизонтах = рифах хромититов и близких пород UG-2 и Меренского в Бушвелдском плутоне преобладают высокоТ магматические куперит PtS и брэггит $(\text{Pt},\text{Pd})\text{S}$, не мало – лаурита и висоцкита PdS . При пневматолитовой (флюидно-метасоматической) переработке бушвелдских руд заметная часть первичных сульфидов была замещена ферроплатиной, станнидами, теллуридами, висмутидами и арсенидами Pt-Pd. В главных россыпеобразующих объектах - дунитовых ядрах послеофиолитовых плутонов Платиноносного пояса Урала, Корякии, Колумбии, Аляски, как и платформенных плутонах центрального типа (Кондёр, Инагли...) – развиты пневматолитовые PGM: преобладает изоферроплатина Pt_3Fe , обогащённая Ir и/или Os, и/или Ru; менее – самородные иридий и осмий, зональные лаурит RuS_2 – эрлихманит OsS_2 и кашинит Ir_2S_3 - бовит Rh_2S_3 . В крупнейшем месторождении палладия – Норильском с огромным количеством сульфидных расплавоа вначале вся масса благородных металлов была заключена в продуктах кристаллизации сульфидных расплавов – высокоТ сульфидных твёрдых растворах Mss, Iss. При субсолидусных превращениях за счёт Mss возникли пентландит-пирротиновые руды с промышленными содержаниями Rh в пирротине и с существенными концентрациями Ru и Os. При субсолидусных превращениях Iss возникли богатые Pd и Pt кубанитовые, халькопиритовые, талнахитовые, мойхукитовые, путоранитовые руды с пентландитом с типичным соотношением благородных металлов $\text{Pd}:\text{Ag}:\text{Pt}:\text{Au} \sim 30\text{-}40:30\text{-}40:10:1$. Затем при флюидной переработке высокоТ сульфидных твёрдых растворов флюидами, которые выделялись из остывающих сульфидных расплавов, в резко восстановительной обстановке и при крайне низкой активности сульфидной серы - обильные пневматолитовые: минералы Pt-Fe с обильными изоферроплатиной Pt_3Fe и тетраферроплатиной $\text{Pt}_2\text{Fe}(\text{Fe},\text{Ni},\text{Cu})$, станниды – атоцит $(\text{Pd},\text{Pt})_3\text{Sn}$, паоловит Pd_2Sn , нигглиит PtSn , станниды-куприды – станнопалладинит $(\text{Pd},\text{Pt})_5\text{CuSn}_2$, таймырит $(\text{Pd},\text{Pt})_9\text{Cu}_3\text{Sn}_4$, висмутиды и теллуриды-висмутиды – инсизваит

PtBi₂, мончеит (Pt,Pd)BiTe, соболевскит PdBi, фрудит PdBi₂, висмутиды-плюмбиды – полярит Pd₂BiPb, звягинцевит (Pd,Pt)₃Pb, арсениды – сперрилит PtAs₂, маякит PdNiAs, антимониды – геверсит PtSb₂, налдреттит Pd₂Sb, куприды (интерметаллиды) – томамаеит (Pt,Au)Cu₃... [Годлевский, 1968; Генкин и др., 1981; Евстигнеева, Генкин, 1990; Спиридонов, 2010; наши новые данные]. Заметное количество сульфидов – куперита и висоцкита развито только в низкоградно метаморфизованных норильских сульфидных рудах в ассоциации с миллеритом, хлоритом и иными низкотемпературными минералами [Спиридонов, 2010]. Возможность образования сульфидов платины и палладия при довольно низкот гидротермальных условиях доказала Т.Л. Евстигнеева [Евстигнеева, Генкин, 1990]. Минералогия платиновых металлов, состав руд, строение рудоносных интрузивов, соотношение мощности интрузивов и сопряжённых рудных залежей, геологическая позиция месторождения – свидетельство того, что Норильск – это антипод Бушвелда = антиБушвелд.

В гидротермальных условиях Ru, Os, Ir, Rh – практически не подвижны. Pt и Pd образуют растворимые хлоридные и иные комплексы, устойчивые при высоком окислительном потенциале. Поэтому в стандартных гидротермальных золото - кварцевых месторождениях, которые образуются при низком окислительном потенциале, платиновых металлов практически нет. Гидротермальные концентрации Pd и Pt редки: это плутоногенные медно-порфировые месторождения энсиматических островных дуг или энсиалических островных дуг со значительной долей базитов среди рудовмещающих толщ; телетермальные месторождения золото-селенидные или золото-уран-селенидные обособленные или в составе пятиметальной U-Ag-Bi-Co-Ni формации. Для руд медно-порфировых месторождений характерны соотношения благородных металлов Ag: Au: Pd: Pt ~ 1000:100:10:1. Основные минералы палладия и платины – меренскиит PdTe₂, майчнерит PdTeBi, котульскит PdTe, мончеит PtBiTe, сперрилит PtAs₂. Для золото-селенидных месторождений типично палладистое золото и широкий круг селенидов Cu, Fe, Pb, Ag, Hg, Bi, Pd, Pt, Tl, Ni, Co..., а также арсениды и арсениды-антимониды – сперрилит, мертиит Pd₁₆Sb₅As, изомертиит Pd₁₁Sb₂As₂...

Для метаморфизованных месторождений характерны сульфоарсениды – холингвортит (Rh,Pt,Ir,Os,Ru)AsS, руарсит RuAsS, осарсит OsAsS, ирарсит IrAsS, платарсит PtAsS, тиошпинелей – купроиридсит CuIr₂S₄, феррородсит FeRh₂S₄...; арсениды и сульфоарсениды Ni-Co-Fe, содержащих значительное количество платиновых металлов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Генкин А.Д., Дистлер В.В., Филимонова А.А., Евстигнеева Т.Л., Коваленкер В.А., Вьясов Л.Н., Лапутина И.П., Смирнов А.В., Гроховская Т.Л. Сульфидные медно-никелевые руды норильских месторождений. М.: Наука, 1981. 234 с.
2. Годлевский М.Н. Магматические месторождения. В кн.: Генезис эндогенных рудных месторождений. М.: Недра, 1968. С. 7-83.
3. Гольдшмидт В.М. Сборник статей по геохимии редких элементов. М.-Л.: ГОНТИ. 1938. 244 с.
4. Евстигнеева Т.Л., Генкин А.Д. Платинометальная минерализация норильских медно-никелевых руд: природные и экспериментальные данные. В кн.: Геология медно-никелевых месторождений СССР. Л.: 1990. С. 98-106.
5. Спиридонов Э.М. Рудно-магматические системы Норильского рудного поля // Геология и геофизика. 2010. Т. 51. № 6. С. 1356-1378.
6. Спиридонов Э.М. Природный металлургический процесс // Современные проблемы магматизма и метаморфизма. СПб: СПбГУ. 2012. Т. 2. С. 249-252.
7. Ярошевский А.А. Проблемы современной геохимии. Новосибирск: изд. Новосибирского государственного университета. 2004. 194 с.
8. Naldrett A.J. Magmatic sulfide deposits. *Geology, geochemistry and exploration*. Berlin - Heidelberg - N.Y. Springer: 2004. 727 p.

**ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ НОВОГО
НАПРАВЛЕНИЯ -- ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ В МОСКОВСКОМ
ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА**

Трофимов В.Т., Харькина М.А., Николаева С.К.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
геологический ф-т, г. Москва,
trofimov@rector.msu.ru, kharkina@mail.ru, nikolaeva.sk@gmail.com

1. Идея о взаимодействии литосферы и других абиотических сфер Земли, с одной стороны, и живого с другой возникли достаточно давно. В.И. Вернадский в 1928-1931 гг. сформулировал понятие о биогеохимических функциях живого вещества в земной коре. Понадобилось около 80 лет, чтобы эта идея была реализована на геологическом факультете в виде научного направления «Экологическая геология». Важнейшее научное достижение заключается в формировании **теоретико-методического базиса экологической геологии**, в основу которого положено учение об экологических функциях литосферы. Подтверждением этого является полное признание сообществом геологов экологической геологии в качестве принципиально нового направления в современной геологической науке. Основные достижения в области экологической геологии заключаются в следующем: выявлении объекта и предмета экологической геологии, разработке ее логической структуры, своей терминологии.

Исследовательским коллективом во главе с В.Т.Трофимовым доказано **различие содержания экологической геологии и геоэкологии**, последняя является междисциплинарной наукой, исследующей влияние абиотических сфер Земли на живое. В соответствии с этим экологическая геология входит в состав геоэкологии, являясь сугубо геологическим научным направлением.

Разработана **методология эколого-геологических исследований**, описаны специальные методы эколого-геологических исследований, включая эколого-геологическое картирование, функциональный анализ эколого-геологической обстановки, эколого-геологический мониторинг.

2. На геологическом факультете МГУ имени М.В.Ломоносова все студенты-геологи изучают дисциплину «Экологическая геология» как общепрофессиональную обязательную. Этот курс слушают и студенты из душанбинского Филиала МГУ, начиная с 2014 г., когда приезжают учиться в Москву по программе включенного обучения. На геологическом факультете МГУ читаются специальные курсы и написаны учебники и учебные пособия (таблица 1). Первым был выпущен учебник «Экологическая геология», рассматривающий теоретические положения этой науки, ее научный метод и методы получения эколого-геологической информации. В нем описано положение экологической геологии в системе геологических наук, систематически охарактеризованы ресурсная, геодинамическая, геохимическая и геофизическая функции литосферы. В 2008 г. выпущен в свет еще один учебник «Экологическая геодинамика», описывающий состояние эколого-геологических условий, обусловленных проявлением катастрофических, опасных, неблагоприятных и благоприятных геологических процессов, а также геодинамических зон. В нем представлена информация о закономерностях трансформации экстенсивности и интенсивности развития современных геологических и других природных процессах при различных видах техногенных воздействий. Предложены критерии оценки эколого-геологических условий, обусловленных проявлением экологической геодинамической функции литосферы. В 2016 г. в свет вышло 3-х томное учебное пособие «Эколого-геологические условия России», в котором отражены последние достижения современной российской науки в области исследования эколого-геологических обстановок за последние 25-30 лет, обусловленных пространственным распределением и сочетанием природных и антропогенно трансформированных экологических функций литосферы.

Таблица 1. Обеспеченность учебниками и учебными пособиями студентов, обучающихся по профилю «Экологическая геология» в МГУ имени М.В. Ломоносова

Семестр	Наименование дисциплины	Учебники и учебные пособия
8	Экологическая геология	Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г. Экологическая геология: Учебник. М.: Геоинформмарк, 2002. 415 с.
9	Закономерности формирования экологических функций литосферы	Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г. Формирование экологических функций литосферы. Учебн. пособие. СПб, 2005. 190 с. Эколого-геологические условия России. Экологические функции литосферы как природное геологическое образование и их пространственное распределение на территории России: учебное пособие. Т.1 / В. Т. Трофимов, М. А. Харькина, Т. А. Барабошкина и др. М.: "КДУ", "Университетская книга", 2016. 302 с.
9	Эколого-геологические условия России	Эколого-геологические условия России. Трансформация экологических функций литосферы территории России под влиянием антропогенного воздействия и ее экологические последствия: учебное пособие. Том 2 / В. Т. Трофимов, М. А. Харькина, Т. А. Барабошкина и др. М.: "КДУ", "Университетская книга", 2016. 280 с. Эколого-геологические условия России. Эколого-геологические условия крупнейших регионов России как современное проявление экологических функций литосферы: учебное пособие. Т. 3 / В. Т. Трофимов, М. А. Харькина, Т. А. Барабошкина и др. М.: "КДУ", "Университетская книга", 2016. 238с.
10	Эколого-геологическое картографирование	Эколого-геологические карты (теоретические основы и методика составления): Учеб. пособие / В. Т. Трофимов, Д. Г. Зилинг, М. А. Харькина и др. М.: Высшая школа, 2007. 403 с.
10	Экологическая геодинамика	Трофимов В. Т., Харькина М. А. Экологическая геодинамика: учебник. М.: "КДУ", «Университетская книга», 2008. 473 с.
11	Мониторинг эколого-геологических систем	Королев В.А. Мониторинг геологических, литотехнических и эколого-геологических систем. М.: КДУ, 2015. 416 с.
11	Геологические факторы экологического риска	Самостоятельного учебного пособия нет, материал опубликован в гл.17 в 3-ем томе «Эколого-геологических условия России», 2016.
6	Полевые методы эколого-геологических исследований	Самостоятельного учебного пособия нет, материал опубликован в сборнике «Полевые методы гидрогеологических, инженерно-геологических, геокриологических и эколого-геологических исследований» М.: Изд-во ОАО ПНИИИС, 2010. 88 с.

Примечание: приведены сведения по части дисциплин учебного плана.

3. Основные положения экологической геологии внедрены в **нормативно-техническую базу инженерно-экологических изысканий России** (СП 502.1325800.2021). Нормативный документ разработан на основе экосистемного подхода, регламентирующего изучение литосферы как одной из абиотических сред и ее влияния на биоту.

**К 75-ЛЕТИЮ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ: О РОЛИ КАФЕДРЫ
ДИНАМИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ В ПОДГОТОВКЕ НАУЧНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ
КАДРОВ УЗБЕКИСТАНА**

Умурзаков Р.А.¹, Ходжаев А.К.²

1 - Ташкентский государственный технический университет им.И.Каримова,
umrah@mail.ru

2 - Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека

Московский государственный университет (МГУ), созданию которого исполняется 270 лет, имеет богатую историю – в его стенах образовательной и научно-исследовательской деятельностью занимались выдающиеся учёные с мировым именем. Об этом весьма подробно описано в многочисленных трудах научных сотрудников, журналистов и историков. В настоящей работе акцентируется внимание на некоторых малоизвестных широкому читателю аспектах сотрудничества, дружбы и взаимной поддержки в деле подготовки кадров и совместных научных исследований между учёными-геологами Геологического факультета МГУ и отдельными учреждениями и организациями Узбекистана. Корни сотрудничества уходят далеко вглубь прошлого столетия. Нами затронуты лишь отдельные моменты, известные авторам из устных рассказов своих наставников, а также по воспоминаниям личных встреч и бесед с именитыми учёными.

Особая веха в истории взаимоотношений начинается с момента образования в 1931 году Среднеазиатского геологоразведочного института (САЗГРИ) [1]. Известно, что здесь читали курсы лекций профессора МГУ -известные российские и советские геологи-исследователи Средней Азии Обручев В.А., Ланге О.К. и др. Выпускники САЗГРИ стали впоследствии видными и выдающимися учёными-геологами [2]. Среди них: Ажгирей Г.Д. - с 1957 года профессор МГУ. Одним из выпускников САЗГРИ была Герой Социалистического Труда, заслуженный деятель науки РСФСР, член-корреспондент АН СССР и РАН Радкевич Екатерина Александровна. К числу выпускников относится и Шехтман П.А., который с 1968 года заведовал кафедрой Геология полезных ископаемых Свердловского горного института.

Трудно переоценить роль учёных-геологов МГУ в подготовке научных кадров для Узбекистана. Некоторые эпизоды такого сотрудничества изложены в работе В.С.Шibaковой [3]. В ней приводятся воспоминания о профессоре МГУ Ланге О.К., который многие годы также преподавал в САЗГРИ (ныне Ташкентский государственный технический университет). К числу его учеников в Узбекистане относятся: академики Мавлянов Г.А., Султанходжаев А.Н.; доктора наук: Ахмедсафин У.М.- Герой социалистического труда; Кенесарин Н.А. – чл.-корр. АН, заслуженный геолог Узбекистана; геологи лауреаты Государственной премии СССР: д.г.-м.н. Ходжибаев Н.Н., Туляганов Х.Т.- бывший министр геологии Узбекистана и др.

Большой вклад в развитие сейсмотектоники и подготовку кадров внёс профессор МГУ Г.П. Горшков. Авторам этих строк посчастливилось неоднократно быть в аудиенции профессора, получить от него консультации. Беседы сопровождалась тёплыми воспоминаниями их отношения и дружбы с академиком Мавляновым Г.А., который при напутствиях перед поездкой в Москву, - делился воспоминаниями и направлял приветствия. Для нас было интересно слушать их рассказы о полевых совместных экспедициях по Средней Азии.

О роли профессора МГУ Н.И. Николаева – одного из основателей неотектоники, заслуженного деятеля науки РСФСР, соратника и друга Г.А.Мавлянова – хочется отметить особо. Его отношение к ученикам достойно примера для подражания. Впрочем, это относится и к Гани Арифхановичу. Николай Иванович, глубоко потрясённый потерей сына - Петра Николаевича, заботливо отнёсся к его ученикам, содействовал скорейшему завершению диссертаций. Так он претворял в жизнь незаконченные дела сына, и помогал

начинающим молодым учёным. О событиях тех лет приводятся воспоминания Умурзакова Р.А., научным руководителем которого был П.Н.Николаев.

Без преувеличения можно сказать, что такое внимательное отношение мы с нашими коллегами по Институту сейсмологии АН Узбекистана испытывали со стороны практически всех сотрудников Кафедры динамической геологии и Геологического факультета МГУ, а именно: Хаина В.Е., Короновского Н.В., Сим Л.А., Наймарка А.А., Вихерта А.В., Костенко Н.П., Якушевой А.Ф., Рябухина А.Г., Гончарова М.А. и многих других.

Особое значение имеют тектонофизические исследования лаборатории геотектоники и тектонофизики имени В.В.Белоусова МГУ, которые привнесли новые представления о механизмах деформаций и формирования складчатых и разрывных структур. К ним относятся, прежде всего, исследования Белоусова В.В., Вихерта А.В., Николаева П.Н., Сим Л.А., Гончарова М.А., Талицкого В.Г., Фроловой Н.С. и др.

Огромную роль сыграли поездки в Узбекистан Николаева П.Н., Сим Л.А., Наймарка А.А., где на природных моделях проводились консультации, апробация методов, передача опыта. Сотрудничество в этом направлении продолжается-поддерживаются контакты с учениками и последователями.

В настоящее время идеи П.Н.Николаева получили в Узбекистане дальнейшее развитие: разработан комплекс методов выделения палеотектодинамических систем в геологической истории земной коры и рангового палеотектодинамического анализа при определении условий формирования структур-ловушек нефти и газа, для выявления ранжированных историко-геологических критериев сейсмической опасности территорий. Светлая память об ушедших из мира сего наставниках, коллегах из МГУ, а также и других родственных организаций, хранится в наших сердцах. Ныне здравствующим – желаем здоровья и дальнейших успехов. Пусть эти строки воспоминаний будут для будущих поколений примером истинного человеческого общения и взаимодействия между учёными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гертман Ю. К истории развития технического образования в Узбекистане. <https://mytashkent.uz/2009/07/21/k-istorii-razvitiya-tehnicheskogo-obrazovaniya-v-uzbekistane/>.
2. Выпуск 1940 года СазПИ. <https://mytashkent.uz/2015/04/05/ko-dnyu-geologa/>.
3. Шибакова В.С. Мавлянов Гани Арифханович // Инженерная геология. 2012. 6. С. 6-16.

УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ

ПРИНЦИПЫ ВЫДЕЛЕНИЯ СТАБИЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ В СТРУКТУРНОМ СЕМЕЙСТВЕ КУРЧАТОВИТА $\text{CaMg}(\text{B}_2\text{O}_5)$, ОСОБЕННОСТИ ИХ ОБЪЕДИНЕНИЯ И ПОЛИТИПИИ

Аксенов С.М.¹, Банару А.М.^{1,2}, Антонов А.А.¹, Банару Д.А.^{1,3}, Ямнова Н.А.⁴

1 – ФИЦ Кольский научный центр РАН, г. Апатиты, aks.crys@gmail.com

2 – МГУ имени М.В. Ломоносова, Геологический ф-т, г. Москва

3 – Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, г. Москва

4 – МГУ имени М.В. Ломоносова, Геологический ф-т, г. Москва

Среди большого числа неорганических соединений с модулярными структурами [1], для которых характерна политипия, особое место занимают природные бораты [2]. При этом, благодаря своим слоистым структурам, бораты характеризуются не только политипией, но также и формированием аperiодических (модулированных) фаз. В настоящее время особый интерес представляют минералы и их синтетические аналоги с островными пироборатными $[\text{B}^\Delta_2\text{O}_5]^{4-}$ -группами (образованы двумя $[\text{B}^\Delta\text{O}_3]^{3-}$ -треугольниками, связанными через общую кислородную вершину), так как они характеризуются нелинейно-оптическими свойствами [3].

Минерал курчатовит с идеализированной химической формулой $\text{CaMg}[\text{B}_2\text{O}_5]$ был впервые открыт на месторождении Солонго в Забайкалье [4], а моноклинный аналог курчатовита был впервые найден на западном фланге месторождения Саяк-IV (Казахстан) и в дальнейшем утвержден в качестве самостоятельного минерального вида с названием клинокурчатовит [5]. Первые данные о кристаллической структуре были получены с использованием синтетического образца клинокурчатовита. Было установлено, что соединение $\text{CaMg}[\text{B}_2\text{O}_5]$ характеризуется моноклинной симметрией с параметрами элементарной ячейки: $a = 12.331(4)$, $b = 11.092(4)$, $c = 5.489(1)$ Å, $\beta = 101.58(2)^\circ$; пространственная группа (пр. гр.) – $P2_1/c$ [6]. При этом, рентгеноструктурные исследования с использованием природного образца курчатовита дали ромбические параметры элементарной ячейки: $a = 36.292(8)$, $b = 11.120(2)$, $c = 5.491(1)$ Å; пр. гр. – $Pbc2_1$ [7]. Такие различия в параметрах элементарных ячеек указывали на сложную политипию, где обе ячейки являются производными от возможной гипотетической протоструктуры (слоистого модуля) состава $\text{CaMg}[\text{B}_2\text{O}_5]$ с параметрами: $a^* = a_{\text{мон}}/2 \sim 6.2$, $b^* = b_{\text{мон}} \sim 11.1$, $c^* = c_{\text{мон}} \sim 5.5$ Å, $\beta \sim 102^\circ$; пр. гр. – $P2_1/c$ [7]. Таким образом, структуру клинокурчатовита можно представить, как образованную двумя слоистыми модулями, а структуру курчатовита – шестью.

Дальнейшие исследования кристаллических структур курчатовита и клинокурчатовита из типовых мест находок [8] подтвердили полученные ранее результаты и позволили предложить концепцию модулярного строения в основе которой также лежали слоистые модулитменьшей толщины: $a^* = a_{\text{мон}}/4 \sim 3.1$, $b^* = b_{\text{мон}} \sim 11.1$, $c^* = c_{\text{мон}} \sim 5.5$ Å, $\beta \sim 102^\circ$. Однако такой способ выделения слоистого модуля приводит к «разрезанию» пироборатных $[\text{B}^\Delta_2\text{O}_5]$ -групп, что является кристаллохимически необоснованным. Детальный тополого-симметричный анализ в рамках «расширенной» OD-теории позволил описать политипное семейство курчатовита, как состоящее из двух типов неполярных OD-слоев и относящееся к категории IV [9], а соответствующий группоид было предложено записывать в виде:

$$\begin{array}{cc} L_1, \text{MgBO}_{2.5} & L_2, \text{CaBO}_{2.5} \\ \lambda, \rho - \text{PO} \{P(b)c2_1\} & \lambda, \rho - \text{PO} \{P(1)2_1/c1\}, \\ & [(1) 1 \pm 1/4 \bar{1}] \end{array}$$

где первая строка соответствует химическому составу каждому из L_1 и L_2 -типу OD-слоев, вторая строка показывает набор операций симметрий, характеризующих каждый OD-слой, а третья строка показывает сдвиг размножающих элементов симметрии – центров симметрии ($\bar{1}$). Несмотря на то, что в рамках данного описания также предполагается «разрезание» пироборатных $[\text{B}^\Delta_2\text{O}_5]$ -групп, данная проблема легко решается при изменении

толщины OD-слоев. Использование формализма OD-теории позволило классифицировать структуру клинокурчатовита (или курчатовит-2М) как MDO1-политип, а на основе ZNF-соотношения было также высказано предположение о существовании MDO2-политипа [9].

Модулярный анализ кристаллических структур курчатовита и клинокурчатовита был также выполнен на основе их детального геометрического анализа [10]. Так, было предложено выделять модули $\mathbf{B}'$ и $\mathbf{B}''$ типов толщиной $a^* = a_{\text{мон}}/2 \sim 6.2 \text{ \AA}$. Такие модули, в целом, аналогичны предложенным ранее (Якубович, Симонов, et al., 1976), но отличаются друг от друга углами (δ) между плоскостями $[\text{BO}_3]$ -треугольников в пироборатных $[\text{B}^\Delta_2\text{O}_5]$ -групп. В зависимости от сдвига модулей ($\pm\mathbf{B}'$ или $\pm\mathbf{B}''$) вдоль направления $[010]$ кристаллические структуры курчатовита и клинокурчатовита описываются последовательностями $\dots(+\mathbf{B}')(+\mathbf{B}'')\dots$ и $\dots(+\mathbf{B}')(+\mathbf{B}'')(+\mathbf{B}')(-\mathbf{B}')(-\mathbf{B}'')(-\mathbf{B}')\dots$, соответственно. Было установлено, что один $\mathbf{B}''$ -модуль может быть окружен только модулями $\mathbf{B}'$ -типа того же знака, в то время как $\mathbf{B}'$ -модуль может быть окружен либо двумя $\mathbf{B}''$ -модулями одного знака, либо одним $\mathbf{B}''$ -модулем того же знака и одним $\mathbf{B}'$ -модулем противоположного знака. На основе этих соотношений были установлены все восемь возможных триплетов [10], а в качестве вывода было отмечено, что кристаллические структуры курчатовита и клинокурчатовита не являются политипами, но представляют собой пример модулярного полиморфизма.

Из-за различных предложенных способов описания минералов структурного семейства курчатовита и выделения в их структурах слоистых модулей различной толщины нами выполнено повторное изучение особенностей строения с применением методов модулярной кристаллографии и формализма OD-теории [1]. Так, кристаллические структуры курчатовита и клинокурчатовита относятся к категории IV OD-структур и образованы двумя типами неполярных OD-слоев. Данные слои, за исключением толщины и, соответственно, составов, близки к таковым, описанным ранее [9]. Слои обоих типов (L_{2n} и L_{2n+1}) имеют близкие трансляционные вектора $\mathbf{b}$ и $\mathbf{c}$ ($b \sim 11.1 \text{ \AA}$, $c \sim 5.5 \text{ \AA}$) и чередуются вдоль направления $\mathbf{a}$. Симметрия всех возможных политипов может быть описана следующим симметричным OD-группоидом:

$$P(1)2_1/c1 \quad P 2/b (2_1/c) 2_1/m \\ [0, 0]$$

При этом, моноклинный MDO1-политип (курчатовит-2М) реализуется в случае, когда центр инверсии и винтовая ось 2_1 , параллельная $\mathbf{b}$ $[-2_1-]$, является активной в L_{2n} слое, а ромбический MDO2-политип (курчатовит-2О) с пр. гр. $Pbca$ – в случае, когда винтовая ось 2_1 параллельна $\mathbf{c}$ $[- - 2_1]$. К настоящему времени соединений, относящихся к семейству курчатовита и обладающих ромбической структурой MDO2-политипа обнаружено не было, однако координаты атомов были получены с использованием подхода OD-теории. Не MDO-политип с пр. гр. $Pbca$ и параметром $c \sim 36.2 \text{ \AA}$ соответствует курчатовиту-6М.

Если использовать модулярный подход с выделением $\mathbf{B}'$ и $\mathbf{B}''$ модулей [10], то, поскольку модули ($\pm\mathbf{B}'$) и ($\pm\mathbf{B}''$) различаются только конформацией пироборат-анионов, MDO-политипом в самом строгом смысле, наряду с курчатовитом-2О, можно было бы считать однослойную «протоструктуру» предложенную в [7], но не курчатовит-2М.

Дальнейший анализ MDO-политипов планируется выполнить с учетом оптимизации их структур квантово-химическими методами.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ №20-77-10065-П.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аксенов С.М. и др. // ЖСХ. 2023. 64. № 10. Статья 117102.
2. Belokoneva E.L. // Crystallogr. Rev. 2003. 48. P. 222–225.
3. Mutailipu M. et al. // Chem. Rev. 2021. 121. P. 1130–1202.
4. Малинко С.В. и др. // Записки ВМО. 95. № 2. С. 203–209.
5. Малинко С.В., Перцев Н.Н. // Записки ВМО. 1983. 112. № 4. С. 483–487.

6. Якубович О.В. и др. // Докл. АН СССР. 1976. 228. № 4. С. 842–845.
7. Якубович О.В. и др. // Докл. АН СССР. 1976. 230. № 4. С. 837–840.
8. Callegari A. et al. // Eur. J. Mineral. 2003. 15. P. 277–282.
9. Belokoneva E.L. // Cryst. Rep. 2003. 48. P. 222–225.
10. Pankova Y. et al. // Minerals. 2018. 8. P. 332.

КОРРЕЛЯЦИИ ИНДЕКСОВ СЛОЖНОСТИ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СТРУКТУР НА ПРИМЕРЕ МИНЕРАЛОВ РТУТИ

Банару Д.А.¹, Аксенов С.М.²

1 - Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, г. Москва,
banaru@geokhi.ru

2 - Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр» РАН, г. Апатиты

В работе исследованы корреляции значений индексов сложности кристаллических структур, рассчитанных с помощью основных на сегодняшний день подходов к ее определению, в частности, подходов Кривовичева [1], Оганова [2], концепции иерархической сложности [3], а также (для сравнения) меры неоднородности (r , R)-системы, введенной Блатовым и соавт. (всего 10 индексов).

Сравнение результатов произведено на примере структур ртутьсодержащих минералов, содержащих атомы ртути. Из 218 подходящих записей в AMCSD были отобраны те, которые удовлетворяют следующим критериям: 1) минерал имеет собственное название; 2) известны координаты атомов всех элементов, указанных в составе соединения; 3) заселенности всех занятых атомами позиций равны единице. Расчеты Кривовической и имплицитной иерархической сложности проводили в пакете программ ToposPro ver. 5.5.2.0 [4]. Расчеты Огановской сложности были выполнены с помощью приложения Fingerprints [5] при значениях $\sigma = 0.02$ Å, $\Delta = 0.05$ Å, $R_{\max} = 30$ Å.

В результате исследования обнаружено, что почти все пары индексов сложности статистически достоверно ($p < 0.05$) положительно либо отрицательно коррелированы. Рассчитана дискриминационная способность индексов по выборке. Каждый индекс может быть использован для оценки сложности любых серий кристаллических структур, но имеет свои особые преимущества и ограничения.

Таблица 1. Преимущества и ограничения индексов сложности разного вида.

Индексы	«+»	«–»
Комбинаторная сложность (в т.ч. реберная)	Простота вычислений, сильные корреляции с другими индексами	Высокая чувствительность к малым изменениям структуры
Степень порядка	Высокая дискриминационная способность, низкая чувствительность к малым изменениям структуры	Слабые корреляции с другими индексами
Квазиэнтропия	Высокая дискриминационная способность, низкая чувствительность к малым изменениям структуры	Неразличимость структур с минимально допустимой комбинаторной сложностью
Иерархическая сложность	Учет фактической системы контактов в структуре	Низкая дискриминационная способность

ЛИТЕРАТУРА

1. Banaru, D.; Hornfeck, W.; Aksenov, S.; Banaru, A. On the origin of combinatorial complexity of the crystal structures with 0D, 1D, or 2D primary motifs. *CrystEngComm* **2023**, 25, 2144, doi:10.1039/D2CE01542K
2. Oganov, A.R.; Valle, M. How to quantify energy landscapes of solids. *J. Chem. Phys.* **2009**, 130, 104504, doi:10.1063/1.3079326
3. S. N. Volkov, S. M. Aksenov, D. O. Charkin, A. M. Banaru, D. A. Banaru, Yu. A. Vaitieva, M. G. Krzhizhanovskaya, N. A. Yamnova, V. E. Kireev, A. N. Gosteva, N. S. Tsvetov, Y. E., Savchenko, R. S. Bubnova, Preparation of novel silver borates by soft hydrothermal synthesis in sealed tubes: New representatives of larderellite and veatchite families. *Solid State Sci.*, **2024**, 148, 107414; doi: 10.1016/j.solidstatesciences.2023.107414
4. Blatov, V.A.; Shevchenko, A.P.; Proserpio, D.M. Applied Topological Analysis of Crystal Structures with the Program Package ToposPro. *Cryst. Growth Des.* **2014**, 14, 3576, doi:10.1021/cg500498k
5. Davari, M.; Rakitin, M. Fingerprints. https://uspex-team.org/online_utilities/fingerprints/

ФЛОГОПИТ – МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ ИНДИКАТОР ГЛУБИННЫХ АССОЦИАЦИЙ

Бенделиани А.А.^{1,2}, Бобров А.В.^{1,2}, Еремин Н.Н.¹

1 – Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Геологический ф-т, г. Москва, a.bendeliani@outlook.com

2 – Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, г. Москва

К настоящему моменту проведено множество экспериментальных исследований по изучению модельных систем перидотита и базальта с участием водного флюида с растворенными калиевыми компонентами [например, Saha, Dasgupta, 2019] в широком диапазоне температур и давлений, направленных на понимание метасоматических явлений в верхней мантии. Кристаллизация флогопита и изучение особенностей его состава и парагенезисов представляют особый интерес при обсуждении процессов флогопитизации и карбонатизации в мантии [Safonov et al., 2019]. Впервые на информативность состава слюд указал академик Н.В. Соболев [Sobolev et al., 2009], отметив высокие концентрации TiO_2 во флогопитах из алмазов эклогитового парагенезиса и Cr_2O_3 из ультраосновного. Однако основное внимание было сосредоточено на различии магнезиальности слюд.

Настоящая работа направлена на синтез флогопита в алмазообразующих водно-карбонатно-силикатных системах с добавлением элементов, являющихся индикаторами мантийного (Cr) и корового (Ti) субстратов. Основной целью работы является выявление особенностей химического состава слюд, присутствующих в двух различных минеральных парагенезисах (перидотитовом и эклогитовом), и качественная оценка межфазового распределения примесных элементов в них.

При давлении 7 ГПа и 900–1200°C проведены две серии экспериментов в водосодержащих карбонатно-силикатных системах, моделирующих ультраосновной (перидотит + K_2CO_3 + Cr_2O_3 + H_2O) и эклогитовый (базальт + K_2CO_3 + TiO_2 + H_2O) парагенезисы, с использованием установки высокого давления НЛ-13Т с тороидальным уплотнением ячейки типа «наковальня с лункой» (ГЕОХИ РАН).

В перидотитовой системе синтезирован хромсодержащий флогопит (до 0,6 мас.% Cr_2O_3) – аналог слюд из включений в алмазах ультраосновной ассоциации. В базальтовой системе, изначально рассматривавшейся в качестве аналога эклогитового парагенезиса в алмазной фации глубинности, флогопит не был обнаружен, хотя в слюде были зафиксированы высокие содержания титана (до 1,3 мас.% TiO_2). Образование алюмоселадонита указывает на недостаточные концентрации магния, а точнее - низкое

отношение $(\text{Mg}+\text{Fe})/\text{Al}$ в системе, что делает невозможным образование триоктаэдрической слюды (флогопита).

Состав диоктаэдрических слюд в условиях низких температур изменяется по схеме $^{\text{VI}}(\text{Al}^{3+}) + ^{\text{IV}}(\text{Al}^{3+}) = ^{\text{VI}}(\text{Mg}^{2+}) + ^{\text{IV}}(\text{Si}^{4+})$. Накопление более высоких концентраций титана определено присутствием монтдоритового $\text{KMg}_{2.5}\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ компонента, который может стабилизировать диоктаэдрические слюды в область более высоких температур.

В большинстве хромсодержащих флогопитов при накоплении невысоких концентраций титана реализуются стехиометрические схемы $^{\text{VI}}(\text{Mg}^{2+}) + ^{\text{IV}}(\text{Si}^{4+}) = ^{\text{VI}}(\text{Cr}^{3+}) + ^{\text{IV}}(\text{Al}^{3+})$ и $^{\text{VI}}(\text{Mg}^{2+}) + 2^{\text{IV}}(\text{Si}^{4+}) = ^{\text{VI}}(\text{Ti}^{4+}) + 2^{\text{IV}}(\text{Al}^{3+})$, что согласуется с результатами атомистического моделирования [Bendeliani et al., 2023]. Расчеты показали, что помимо стехиометрических механизмов наиболее энергетически выгодными оказываются две вакансионные схемы $^{\text{VI}}(\text{Mg}^{2+}) + 2^{\text{IV}}(\text{Al}^{3+}) = ^{\text{VI}}(\square) + 2^{\text{IV}}(\text{Ti}^{4+})$ и $2^{\text{VI}}(\text{Mg}^{2+}) = ^{\text{VI}}(\text{Ti}^{4+}) + ^{\text{VI}}(\square)$. При этом последняя схема реализуема при накоплении элемента в микроконцентрациях.

Интересным оказывается конкурирующее поведение примесей. Увеличение концентраций титана в хромсодержащих флогопитах сопровождается снижением их магнезиальности. Образуется вакансия в октаэдре, и стехиометрические схемы становятся нереализуемыми. Это может объяснить особенности состава флогопитов из включений в алмазах, в которых содержание TiO_2 в несколько раз превышает содержания Cr_2O_3 . Таким образом, высокая степень обогащения мантии титаном за счет привноса корового материала практически исключает возможность присутствия значительных концентраций хрома в составе слюды. Кроме того, показано, что магнезиальность флогопита нельзя рассматривать в качестве единственного надежного индикатора протолита, так как в сложных водонасыщенных карбонатных системах присутствие многокомпонентного карбоната оказывает влияние на перераспределение Mg и Fe между сосуществующими гранатом, карбонатом и флогопитом. По этой причине более надежным оказывается разграничение флогопитов по содержанию типоморфных Ti^{4+} и Cr^{3+} .

Итак, содержания примесей хрома и титана в высокobarических слюдах и их кристаллохимические особенности определяются долей корового вещества в областях развития мантийного метасоматоза и являются индикаторами минеральных парагенезисов. Значительное уменьшение отношения $\text{Mg}/(\text{Al}+\text{Ti})$ в мантийном веществе за счет поступления корового материала препятствует образованию флогопита, вместо которого появляется Ti-содержащая диоктаэдрическая слюда. Говоря о возможности кристаллизации высокотитанистых флогопитов, определяющим фактором, наряду с кристаллохимией флогопита и давлением, является состав системы по содержанию в ней TiO_2 и Al_2O_3 . Коровый субстрат при взаимодействии с перидотитовой мантией может приводить к образованию высокотитанистых флогопитов. Это подтверждает важность рассуждений [Sobolev et al., 2009] о составе сингенетического с алмазом флогопита, как о минерале-индикаторе парагенезиса, наследующего состав протолита по содержанию примесных компонентов. Вместе с тем, процессы мантийного метасоматоза могут приводить к формированию минеральных ассоциаций богатого титаном флогопита (до 2 мас.% TiO_2 согласно обзорной работе [Safonov et al., 2019]) с рутилом, титанитом, ильменитом, K-Ba-титанатами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bendeliani et al. // *Petrology*. 2022. 30. Suppl. 1. P. S153-S173.
2. Bendeliani et al. // *Physics and Chemistry of minerals*. 2023. 50. N. 8.
3. Safonov et al. // *Minerals*. 2019. 9(11). N. 685.
4. Saha and Dasgupta // *Journal of Geophysical research*. 2019. 124.
5. Sobolev et al. // *Russian Geology and Geophysics*. 2009. 50. P. 1234-1248.

**ПРОЯВЛЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА
В РЕЗУЛЬТАТАХ ИНВЕРСИИ ДАННЫХ РАЗДЕЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ
МЕТОДА ЭЛЕКТРОТОМОГРАФИИ**

Большаков Д.К., Модин И.Н.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Геологический ф-т, г. Москва, dkbolshakov@yandex.ru

Применение электроразведки постоянным током при изучении геологического строения верхней части разреза в настоящее время связано с выполнением электрических зондирований методом электрической томографии. Проявление особенностей геоэлектрического разреза в получаемых результатах двумерной инверсии данных зависит от выбора методики проведения многоэлектродных измерений и, в частности, от плотности данных [Xu and Noel, 1993; Wilkinson et al., 2012]. Как правило, большинство стандартных последовательностей измерений, реализованных в файлах-протоколах для многоканальных электроразведочных станций, предусматривают уменьшение плотности данных с увеличением эффективной глубины исследования [Dahlin and Zhou, 2004; Martorana et al., 2009; Szalai et al., 2013; Loke et al., 2015]. Этот прием позволяет соблюдать баланс между требуемой детальностью, глубиной и общим объемом получаемых данных. Методические особенности выполнения электрических зондирований, например, увеличение длины измерительной линии, смена шага по пикетам и действующим разносам, отражаются в данных метода электротомографии и, очень часто, влияют на результаты инверсии, искажая, в большей степени, геометрию моделей изучаемых геоэлектрических разрезов. Для подавления, а в некоторых случаях и полного устранения этих эффектов, авторами предложена методика раздельных измерений, направленная на получение данных метода электротомографии требуемой детальности для нескольких перекрывающихся интервалов глубин. Получаемые данные пригодны для проведения двумерной инверсии каждого набора в отдельности, сочетаний наборов данных и совместной инверсии полной совокупности. Значительные перекрытия наборов данных по эффективной глубине исследования (действующим разносам) позволяют сделать выбор положения перехода с одной измерительной линии на другую. Наличие такого выбора после проведения полевых измерений позволяет смещать методические эффекты в данных по оси глубин. Основной особенностью раздельных измерений является сохранение единой оптимальной методики измерений для каждого интервала глубин, что обеспечивает получение однородных данных равномерной плотности и вдоль профиля исследований, и по глубине. Другими особенностями предлагаемой методики являются возможность существенного изменения областей перекрытия данных соседних, опробованных раздельно, интервалов глубин, а также, возможность смещения по глубине границ этих интервалов. Эти возможности позволяют разделить и устранить совместные проявления в данных электротомографии методических эффектов и особенностей изменения свойств и геометрии изучаемого геоэлектрического разреза.

Методика раздельных измерений опробована на нескольких объектах с применением разных электроразведочных станций для выявления разномасштабных особенностей геоэлектрических разрезов. Получен значительный объем представительных однородных полевых данных равномерной плотности для каждого объекта. Опытные-методические работы проведены с использованием основных классических электроразведочных установок (Шлюмберже, Веннера, дипольная, трехэлектродная). Результаты измерений представлены совместно с аналогичными результатами измерений по стандартной технологии выполнения зондирований методом электротомографии. Проведен качественный совместный анализ этих данных. Количественный анализ большого объема полевых данных выполнен по значениям невязок кажущегося сопротивления для экспериментальных измерений и теоретических расчетов. Качественный и количественный анализ значительного объема результатов

двумерной инверсии проведен совместно для геоэлектрических моделей, полученных по данным стандартной и предложенной методик измерений. Количественный анализ результатов двумерной инверсии выполнен с использованием параметра сходства моделей, предложенного авторами. На основе качественного анализа разрезов параметра сходства, статистического анализа значений сходства и оценок плотности распределения этого параметра, получены количественные результаты сравнения эквивалентных моделей изучаемых геоэлектрических разрезов. Результаты выполненных сравнений нескольких десятков моделей представлены в табличном и графическом виде для каждого участка опытно-методических работ. Предложен количественный критерий выбора параметров методики раздельных измерений для каждого объекта.

Таким образом, авторами предложена и опробована методика раздельных электротомографических измерений. Результаты опытно-методических работ представлены совместно с результатами измерений по стандартной методике. Качественный анализ невязок кажущихся сопротивлений, количественный анализ оценок параметра сходства моделей позволили сделать выводы о полноте и информативности данных, эквивалентности рассчитанных моделей и преимуществах методики раздельных измерений методом электротомографии. Основной особенностью методики является возможность комбинирования наборов данных с разными измерительными линиями для устранения методических эффектов выполнения электрических зондирований, что позволяет подчеркнуть особенности строения исследуемого геоэлектрического разреза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Dahlin, T., Zhou, B., 2004. A numerical comparison of 2D resistivity imaging with ten electrode arrays. *Geophysical Prospecting* 52 (5), 379–398 <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2478.2004.00423.x>
2. Loke, M.H., Wilkinson, P.B., Chambers, J.E., Uhlemann, S.S., Sorensen, J.P.R., 2015. Optimized arrays for 2-D resistivity survey lines with a large number of electrodes. *Journal of Applied Geophysics* 112 (1), 136–146 doi:10.1016/j.jappgeo.2014.11.011
3. Martorana, R., Fiandaca, G., Casas Ponsati, A., Cosentino, P.L., 2009: Comparative tests on different multi-electrode arrays using models in near-surface geophysics. *Journal of Geophysics and Engineering*, 6 (1), 1-20 <http://dx.doi.org/10.1088/1742-2132/6/1/001>
4. Szalai, S., Koppán, A., Szokoli, K., Szarka, L., 2013. Geoelectric imaging properties of traditional arrays and of the optimized Stummer configuration. *Near Surface Geophysics* 11 (1), 51-62 <http://dx.doi.org/10.3997/1873-0604.2012058>
5. Wilkinson, P.B., Loke, M.H., Meldrum, P.I., Chambers, J.E., Kuras, O., Gunn, D.A., Ogilvy, R.D., 2012. Practical aspects of applied optimized survey design for electrical resistivity tomography. *Geophysical Journal International* 189 (1), 428–440 <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-246X.2012.05372.x>
6. Xu, B., Noel, M., 1993. On the completeness of data sets with multi-electrode systems for electrical resistivity survey. *Geophysical Prospecting* 41 (6), 791–801 <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2478.1993.tb00885.x>

КОМПЛЕКСНЫЕ ГЕОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ПОИСКАХ НЕФТИ И ГАЗА

Большакова М.А., Ступакова А.В., Ситар К.А., Соболева Е.В.

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Геологический факультет, г. Москва, m.bolshakova@oilmsu.ru

Поиск новых залежей и месторождений нефти и газа – актуальная задача сегодняшнего дня. Крупнейшие скопления вероятно уже открыты, но шанс прирастить ресурсы углеводородного сырья все еще довольно велик. Развитие новых технологий и подходов к поиску нефти и газа позволяет находить и осваивать новые скопления нефти и газа не только в плохознаученных нефтегазоносных бассейнах (например, Арктики), но и скопления связанные с большими глубинами, древними толщами, высокоуглеродистыми формациями хорошо изученных бассейнов, таких как Волго-Урал или Западная Сибирь.

Современная нефтегазопроисхождение геология опирается на осадочно-миграционную теорию происхождения нефти [Вассоевич, 1986; Ступакова и др., 2023]. А согласно этой концепции нефтегазоматеринские породы являются тем фактором, который определяет какие максимальные количества углеводородного сырья можно ожидать найти в том или ином осадочном бассейне, так как именно распространенность нефтегазоматеринских пород, содержание в них органического вещества и свойства этого органического вещества (его исходный генерационный потенциал и степень реализованности этого потенциала) определяют масштабы генерации, а вслед за ней миграции нефти и газа. Из этого очевидно, что геолого-геохимическая информация об органическом веществе пород, а также о связи органического вещества пород и углеводородных флюидов является ключевой при прогнозе нефтегазоносности.

Современные аналитические методы позволяют получить точные и разнообразные данные о составе и свойствах как пород обогащенных органическим веществом, так и о флюидах, а методы численного моделирования – наиболее современный прогнозный инструмент – позволяет комплексировать результаты тонких геохимических (и других) исследований с информацией, полученной на более региональном уровне: со знанием об истории геологического развития того или иного региона, о смене климатических условий и условий осадконакопления, тектонических событиях и др.

Рассмотрим, какую пользу при прогнозе нефтегазоносности могут принести геохимические исследования и их использование в комплексе с другими геологическими данными. Традиционно геохимики определяют характеристики нефтегазоматеринских пород: содержание органического вещества, его происхождение и катагенетическую преобразованность – для этого есть масса методов (элементный состав керогена, открытый пиролиз, анализ биомаркеров растворимой части органического вещества и т.п.) и ищут связь между нефтью/газом в залежах и органическим веществом пород, чтобы получить возможность прогноза скоплений, связанных с той же углеводородной системой. Современные методы геохимических исследований позволяют узнать закономерности того, как породы реализуют свой потенциал в катагенезе, что позволяет более корректно оценивать количества сгенерированных нефти и газа.

Отдельно хочется упомянуть возможности совместного использования результатов геохимических исследований и исследований методами органической петрологии (углепетрографии). Комплексное применение этих методов значительно расширяет возможности геологов-нефтяников в части оценки потенциала органического вещества, его способности генерировать нефть и/или газ, его состава и катагенетической преобразованности.

При оценке перспектив нефтегазоносности нетрадиционных коллекторов – высокоуглеродистых формаций роль геохимических исследований ключевая, т.к. концентрация, тип и зрелость органического вещества определяет наличие и фазовый состав

углеводородных соединений в таких породах, а соотношение содержания органического вещества в разных формах и определяет тип ресурсов: свободные углеводородные соединения, связанные или те, что можно извлечь с использованием термических методов.

Интегрирование получаемых геохимических характеристик пород с литолого-стратиграфическими и историко-геологическими данными позволяет геологам численно реконструировать историю формирования нефтегазоносности и оценивать чувствительность к различным неопределенностям, которые всегда присутствуют при моделировании столь сложных природных систем. Наиболее типичными неопределенностями при моделировании выступают знания об истории изменения термобарического поля осадочного бассейна, периодах и мощностях эрозии. Эти неопределенности могут критически влиять на масштабы генерации-аккумуляции нефти/газа в нефтяной системе. Геохимическая информация может помочь корректнее реконструировать и время - масштабы эрозии (если мы наблюдаем катагенетическое несогласие в разрезе, например), и термическую историю развития бассейна.

Таким образом, геохимические исследования чрезвычайно важны при поисках нефти и газа. Причем классическая схема исследований нефтегазоматеринская порода – флюид – их сравнение между собой, значительно расширена комплексированием геохимических исследований с геологическими в широком смысле этого слова.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вассоевич Н.Б. *Геохимия органического вещества и происхождение нефти*. М.: Наука, 1986, 368 с.
2. Ступакова А.В., Поляков А.А., Малышев Н.А., Сауткин Р.С., Вержбицкий В.Е., Комиссаров Д.К., Волянская В.В., Осипов С.В., Большакова М.А., Суслова А.А., Калмыков А.Г., Ситар К.А., Воронин М.Е., Карпушин М.Ю., Мордасова А.В., Коробова Н.И. *Критерии нефтегазоносности осадочного бассейна. Георесурсы*, 25(2), 2023, с. 5–21. <https://doi.org/10.18599/grs.2023.2.1>.

EVALUATION OF BUILDING DYNAMIC PROPERTIES USING MICROTREMOR ANALYSIS

Vahobov J.¹, Otajonova Sh.Kh.,¹ Oripov N.²

1 – Center for Advanced Technologies, Uzbekistan, Tashkent,
vahobovjurabek329@gmail.com

2 – Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan Institute of Seismology named after
G. Mavlyanov, Uzbekistan, Tashkent

Microtremor analysis can be used to assess the dynamic properties of buildings and structures of various types and heights without damaging them. This in turn helps to reduce the risk of damage to buildings caused by earthquakes. Analyzes were conducted based on the recording of microtremors, as well as data processing to obtain natural frequency and soil and building amplification coefficient values.

The research was conducted in one of the four-story buildings located in the city of Tashkent. Microtremors were recorded in the building and on the free surface (ground), and based on the obtained data, HVSRM (Horizontal to Vertical Spectrum ratio) spectra were constructed [1]. Through the graphs, the values of the amplification factor and the dominant frequency were used to determine the vulnerability index of the building and the free surface (K) and thus the damage factor (η).

Seismic vulnerability index (K) is an indicator describing the level of vulnerability of structures to deformation during an earthquake. With the help of these indices, it is possible to determine seismically unstable points of the studied free surface or building and evaluate their

dynamic properties. Weakness index as a dimensionless value is the square of the resonance amplification factor (on the ordinate of the HVSRM graph) divided by the value of the fundamental frequency of this resonance (on the abscissa of the HVSRM graph) [1].

$$K_b = A_b^2 / F_b$$

Here, A - amplification factor, F - dominant frequency.

This ratio shows what resonances occur in the sedimentary cover during an earthquake and how the structures inside it move. Kg values determine the instability of the soil caused by an earthquake.

The comparison of the ground vulnerability index and the building vulnerability index can help to estimate the damage to structures. Using the vulnerability index values, the damage factor (η) is determined as shown in the following equation [2].

$$\eta = K_b / K_g$$

Here, K_b - building vulnerability coefficient, K_g - soil vulnerability index;

Here the values are divided into, A type $\eta \leq 1$ - poor, B type $1 < \eta < 2$ - Moderate,

C type $2 < \eta < 3$ - High and D type $3 < \eta$ - Strong.

Microtremors registration was carried out on the basement, 1st, 2nd, 3rd, 4th floors and attic part of the building. In addition, in order to continuously record the microwave oscillations, measurements were carried out next to the building. British three-channel Guralp CMG-6TD three-channel digital velocimeters were used in the research [3].

In order to improve the quality of recordings, measurements were made at night and microtremors were recorded for 25-30 minutes. Measurements were taken using computer programs such as SCREAM and GCFINFO to obtain recorded values of the building's free surface and natural and personal vibrations. Then, the construction of HVSRM spectra was carried out using the GEOPSY computer program. The settings used to construct the spectra were window type - Turkey, smoothing - Coppo & Ohmachi, width - 40% and smoothing filters. HVSRM spectra were then plotted to obtain the amplification coefficient and dominant frequency values by the ratio of the two horizontal components to the vertical component. Based on the obtained data, the vulnerability index of the buildings and the damage factor were calculated.

Table 1. By floor of the building K_g , K_b and η values.

<i>Nº Floors</i>	<i>Basement</i>	<i>1st floor</i>	<i>2nd floor</i>	<i>3rd floor</i>	<i>4th floor</i>	<i>Attic</i>
<i>Average value K_b</i>	2.95	2.96	8.4	16.5	30.2	30.8
<i>Damage factor η_{Av}</i>	0.86		2.43	4.78	10.2	10.41
<i>Damage factor type</i>	A		C	D		
<i>On the ground K_a</i>	3.45					

As a result of analyzing the obtained data, it can be seen that the average values of the vulnerability index coefficient K_b changed on the 1,2,3 and 4 floors of the building in 2.96-30.2 range. The values are indicators of each point from the basement part of the building to the attic part, K_b 2.95-30.8 increased in direct proportion. Due to the high soil density of the building foundation, the value of the building vulnerability index coefficient was less than the value of the soil vulnerability index coefficient. Starting from the second floor of the building, the values of the vulnerability index coefficient increased significantly compared to the first floor due to the inclusion of ground vibrations in the building's natural vibrations, i.e., resulting from the phenomenon of resonance. This also affected the disaster factor values.

The high vulnerability index observed between floors K_b and damage factor η values mean that the building is seismically unstable and weaker floors. As can be seen from the table, as the building rises from the bottom to the top, the vibration tolerance decreases. The results of the calculation from the study showed that the higher the building, the greater the impact force of displacements, bending moments, longitudinal and transverse waves. This requires the development

of appropriate measures to reduce the vibration of upper floors of buildings and mitigate the effects of earthquakes. Thus, using the ratio of HVSRM spectra, Building Vulnerability Index K_b , Soil Vulnerability Index K_g and damage factor η is calculated. The results were calculated and analyzed.

With the help of this scientific study, of building provides an effective result in identifying seismic weak floors and mitigating losses that can be observed during an earthquake, as well as solving similar issues in the future.

REFERENCES

1. Y. Nakamura, *Clear Identification of Fundamental Idea of Nakamura's Technique and Its Application*
 2. E. Haghshenas, P.-Y. Bard, N. Theodulidis, S.W. Team, *Empirical evaluation of microtremor H/V spectral ratio*, Bull. Earthq. Eng. 6 (1) (2008) 75–108
- The-Gueralp-CMG-6TD-broadband-seismometer-with-details-of-the-input-and-output-ports_fig43_266208651*

ТЕРМОХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРИ РЕШЕНИИ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Веселовский Р.В.^{1,2}, Багдасарян Т.Э.^{1,2}, Чистякова А.В.^{1,2}

1 – Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,

Геологический ф-т, г. Москва, roman.veselovskiy@ya.ru

2 – Институт физики Земли имени О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва

Термохронологические исследования, направленные на восстановление тектоно-термальной эволюции геологических объектов самых разных масштабов – от отдельных магматических массивов до осадочных бассейнов и горно-складчатых сооружений, имеют широкое распространение. Особый интерес к исследованиям в области термохронологии определяется возможностью использования их результатов в качестве дополнительных критериев для поисков месторождений полезных ископаемых, в частности – углеводородного сырья. Традиционными и наиболее широко используемыми методами низкотемпературной термохронологии являются трековый анализ (датирование) апатита и циркона – Apatite Fission-Track (AFT) и Zircon Fission-Track (ZFT) dating, которые нередко дополняются результатами исследований низкотемпературных (40-300°C) и среднетемпературных (300-500°C) термохромометров по когенетичным минералам, например, (U-Th)/He датирование апатита и циркона, Ar/Ar датирование полевых шпатов, слюд и амфиболов.

В докладе мы уделим основное внимание рассмотрению конкретных и наиболее ярких примеров из мировой научной литературы и собственных исследований, иллюстрирующих актуальность реконструкций термальной эволюции крупных магматических провинций и перспективность этих уникальных геологических объектов для проведения подобного рода изысканий. Первый пример представляет собой результаты трекового датирования циркона из базальтов позднепермской крупной магматической провинции Эмейшань (Китай), где авторам работы [Hu et al., 2019] удалось оценить термальное воздействие эффузивных траппов на верхнюю кору, а по увеличивающимся с глубиной значениям трекового возраста установлена степень прогрева комплексов верхней коры вышележащими базальтами и оценена первичная мощность последних. Исследования с использованием трекового анализа апатита в пределах позднеархейско-раннепротерозойского кратона Дарвар (Индия) позволили восстановить термальную историю верхних горизонтов коры в непосредственной близости от мел-палеогеновых траппов плато Декан: авторам публикации [Sahu et al., 2013]

удалось выделить три стадии охлаждения, выполнить их корреляцию с активностью мантийного плюма и связать с этапами денудации, что было, в конечном итоге, использовано для реконструкции эволюции ландшафта. В работе [Nixon et al., 2022] рассматривается интересный пример использования метода трекового анализа апатита для моделирования термального воздействия крупной магматической провинции Калкаринджи, сформировавшейся в кембрии и прослеживающейся на значительной площади в северной и центральной частях Австралии, на нефтематеринские докембрийские породы бассейна МакАртур. В работе разработана модель термальной постседиментационной эволюции осадочного бассейна и получены оценки времени созревания углеводородов под экранирующим тепловым воздействием лавовой толщи. Тепловое воздействие на пермские осадочные толщи, имевшее место в ходе формирования траппов Карру в южной Африке, было оценено при помощи метода трекового анализа апатита и отражательной способности витринита в работе [Fernandes et al., 2015]: авторами выполнены оценки палеогеотермального градиента в момент образования крупной магматической провинции Карру (Т₃-J₁), вычислены значения скорости и объема денудации.

Термохронологические исследования проводятся нами в Центре коллективного пользования Института физики Земли РАН (г. Москва), где реализованы методы трекового датирования апатита [Bagdasaryan et al., 2023] и циркона. В качестве объектов исследований выступают интрузивные магматические тела пермо-триасовой трапповой формации Сибирской платформы [Bagdasaryan et al., 2022], породы фундамента платформы в основании Непско-Ботуобинской антеклизы [Багдасарян и др., 2023], а также породы кристаллического фундамента и разновозрастные интрузивные массивы, обнажающиеся в пределах территории Кольского полуострова [Veselovskiy et al., 2020]. Результаты исследований и возможности методов датирования апатита и циркона по осколкам спонтанного деления ²³⁸U представлены в цитируемых работах и нашем докладе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Веселовский Р.В., Дубиня Н.В., Пономарев А.В. и др. // *Геодинамика и тектонофизика*. 2022. Т. 13, № 2. Ст. 0579.
2. Багдасарян Т.Э., А. В. Гайдук, В. Б. Хубанов и др. // *Доклады российской академии наук. Науки о Земле*. 2023. Т. 510. № 2. С. 161–165. DOI: 10.31857/S2686739723600248
3. Bagdasaryan T.E., Khubanov V.B., Veselovskiy R.V et al. // *Geodynamics & Tectonophysics*. 2023. 14 (4), 0711. doi:10.5800/GT-2023-14-4-0711.
4. Bagdasaryan T.E., Thomson S.N., Latyshev A.V. et al. // *Tectonophysics*. – 2022. – V. 836. 229385.
5. Fernandes P., Cogné N., Chew D.M., Rodrigues B. et al. // *Journal of African Earth sciences*. – 2015. – V. 112, – P. 55-72.
6. Hu D., Tian Y., Hu J. et al. (2019). // *Lithos*. 352-353. 10.1016/j.lithos.2019.105224.
7. Nixon A. L., Glorie S., Hasterok D. et al. // *Basin Research*. – 2022. – V. 34. – P. 1936-1959.
8. Sahu H., Raab M., Kohn B. et al. // *Tectonophysics*. – 2013. – V. 608.
9. Veselovskiy R.V.; Arató R.; Bagdasaryan T.E. et al. // *Minerals*. – 2020. – V. 10. – P. 1095.

**БЕДЛЕНДЫ В ГОРАХ КАБАРДИНО-БАЛКАРИИ КАК ФАКТОР
УВЕЛИЧЕНИЯ СЕЛЕВОГО РИСКА**

Гергокова З.Ж.

ФГБУ «Высокогорный геофизический институт»,
г. Нальчик, zayna.gerg@mail.ru

Длительно и постоянно действующие структурно-геологические факторы определяют процессы, способствующие возникновению селей в горной и высокогорной зонах Кабардино-Балкарской республики. Развитие крутых обнаженных склонов, где наиболее мягкие осадочные породы и богатые глиной почвы подвержены обширной ветряной и водной эрозии, приводит к образованию такого явления как бедленды, что в свою очередь сказывается на увеличении основных источников обломочного материала [Рубцов, 2008; Юренков, 1988; Флоренсов, 1981].

Наиболее типичные крайне сложные по степени расчленения бедленды также развиваются на слабо или вовсе недислоцированных, притом рыхлых или полурыхлых, податливых к размыву породах, какими обычно являются отложения мезозойского и особенно кайнозойского возраста [Алибеков, 1988; Гвоздецкий, 1988]. Толщи рыхлого материала смешанного происхождения (экзогенного, ледникового и водного) мощностью до 400 м, служат основными источниками твердой составляющей, увеличивающей объем селевой массы в десятки и сотни раз при движении потока от истоков зарождения вниз по течению горных рек. Одновременное накопление рыхлых пород под влиянием нескольких экзогенных процессов является одной из важных особенностей осадконакопления и формирования потенциальных селевых массивов в высокогорье.

Тектоническая раздробленность и расчлененность «живыми», раздвигающимися поверхностными трещинами способствуют интенсивному выветриванию преобладающих в Приэльбрусье коренных пород высокой прочности, таких как граниты, гранодиориты, гнейсы и кристаллические сланцы [Сейнова, 2001]. С долгоживущими разломами зонами глобального и общекавказского значения (1 порядка) Уштулу-Харезской, Пшекиш - Тырныуазской и Баксанской связана динамика региональных разломов 2 порядка, обуславливающая наличие внутренних блоков Бокового Хребта с дифференцированным характером движений. По ним заложены долины крупных селевых притоков Баксан-Адырсу, Тютюсу и Ирика. С развитием разломов 3 порядка связано наличие многочисленных новейших поверхностных нарушений, к которым приурочены самые активные очаги зарождения селевых потоков ливневого генезиса [Виноградов, 2008] (долина Адырсу-ручьи, Куллумкусол, Джаловчат, Зыка-Кол, Сылык-су, Булунгу-су и др.). Здесь редкие, но сильные ливни, отсутствие растительности, низкая инфильтрационная способность и податливость размыву горных пород создают мощные предпосылки для образования бедлендов и наносоводных селей (рисунки 1 и 2).



Рисунок 1. Селевой врез в долине Булунгу-су КБР



Рисунок 2. Селевой врез р. Зыка-Кол КБР

ЛИТЕРАТУРА

1. Алибеков Л.А. // Методы изучения взаимодействия горных и равнинных ландшафтов. Теоретические и прикладные проблемы ландшафтоведения. Сб. тезисов. докл. Л. 1988. С. 48-55.
2. Виноградов Ю.Б., Виноградова Т. А. // Современные проблемы гидрологии. М. 2008. С. 111-114.
3. Гвоздецкий Н.А. // Закономерности дифференциации горных ландшафтов. Теоретические и прикладные проблемы ландшафтоведения. Сб. тезисов. докл. Л. 1988. С. 26-28.
4. Рубцов Е.А. и др. // Противоселевые мероприятия и инженерные сооружения на ТрансКАМе. Труды Всерос. конф. по селям: 26-28 октября 2005 г. - М. 2008. С. 305-307.
5. Сейнова И.Б., Е.А. Золотарев. // Ледники и сели Приэльбрусья. М. 2001 С. 31-45.
6. Флоренсов Н.А. // О тектоническом бедленде. Акад. Наук СССР. «Геоморфология». 1983 г. № 1. С. 63-65.
7. Юренков Г.Ю. // О некоторых закономерностях эволюции ландшафтов. Теоретические и прикладные проблемы ландшафтоведения. Сб. тезисов. докл. Л. 1988. С. 108-112.

НОВЫЙ ФУНДАМЕНТ ДЛЯ МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ НА МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ И МЕТОДИКА ЕГО РАСЧЕТА

Горбунова А.А.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, г. Москва, GorbunovaAA@my.msu.ru

В условиях глобального потепления климата строительство на многолетнемерзлых грунтах сталкивается с рядом серьезных проблем, которые влияют на безопасность, стоимость и устойчивость объектов. Изменяющийся климат предъявляет строительству новые требования, которые требуют инновационных решений и глобального подхода к проблемам устойчивого развития. Разработка энергоэффективных строительных решений становится необходимостью для сохранения качества и долговечности строений. Одним из таких новых способов строительства зданий является применение для них поверхностного фундамента со встроенными контурами теплового насоса.

В докладе рассматривается поверхностный фундамент, который изобретен на кафедре геокриологии МГУ в 2016 г [3]. Фундамент представляет собой железобетонную плиту, состоящую из двух частей, разделенных теплоизолятором. В верхней части плиты находится змеевик греющего контура, который обеспечивает отопление помещения. В нижней части плиты – змеевик охлаждающего контура, который обеспечивает сохранение грунтов основания в мерзлом состоянии, несмотря на глобальное повышение температуры воздуха.

Конструкция фундамента позволяет надежно купировать негативные последствия глобального потепления климата в районах распространения высокотемпературных многолетнемерзлых грунтов и, по сравнению с широко применяемыми в настоящее время свайными фундаментами, вентилируемым подпольем и термосифонами, имеет следующие преимущества:

- гарантированно обеспечивает мерзлое состояние грунтов основания независимо от климата;
- осуществляет обогрев помещений первого этажа здания;
- уменьшает расход электрической энергии на обогрев помещений по сравнению с расходом энергии в электрических котлах;
- снижает сумму капитальных затрат на строительство за счет расположения фундамента на дневной поверхности без его заглубления в грунт и выполнением фундаментом одновременно трех функций: а) передачи нагрузки от здания на основание, б) охлаждения основания, в) обогрева помещения [1].

Применение тепловых насосов (ТН) обладает преимуществом значительной экономии затрат энергии по сравнению с другими методами теплоснабжения. Тепловые насосы представляют собой отдельный вид теплоэнергетического оборудования, эффективность которых оценивается коэффициентом преобразования (в международной литературе известным как Coefficient of Performance или COP) [2]. Коэффициент преобразования электроэнергии – это отношение мощности нагрева, которую может достичь система теплового насоса, к входной мощности. В работе был уточнен расчет и выявлена зависимость коэффициента преобразования теплового насоса поверхностного фундамента от величины перетекания тепла из греющего контура в охлаждающий и от марки используемого фреона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горбунова А. А. Прогноз температуры воздуха для целей геотехники // Сборник докладов Шестой конференции геокриологов России Мониторинг в криолитозоне с участием российских и зарубежных ученых, инженеров и специалистов. МГУ имени М.В. Ломоносова, 14–17 июня 2022 г. / Под ред. Р. Г. Мотенко. – КДУ, Добросвет Москва, 2022. – С. 582–589.

2. Трубаев П.А. Тепловые насосы: учеб. пособие / П.А. Трубаев, Б.М. Гришко. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. – 143 с.

3. Хрусталева Л.Н., Хилимонюк В.З., Перлыштейн Г.З., Каманин Д.В. Поверхностный фундамент сооружения, обеспечивающий сохранение грунтов основания в мерзлом состоянии с одновременным обогревом сооружения. Патент № 2583025, Бюл. № 12, 2016.

ОЦЕНКА КОЭФФИЦИЕНТА УПЛОТНЕНИЯ КРУПНООБЛОМОЧНЫХ ГРУНТОВ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА В ПРОЦЕССЕ УСТРОЙСТВА НАСЫПИ

Гречищева Э.С., Алексеев А.Г.

АО «НИЦ «Строительство», НИИОСП им. Н.М. Герсегова
г. Москва, cryoerika@mail.ru

Для устройства насыпей, как правило, используют песчаные грунты либо щебень заданной фракции. Однако, необходимость сокращения временных затрат на производство работ, а также сокращение затрат на доставку строительных материалов и оборудования для их производства на объект вынуждают строителей и геологов в отдаленных и труднодоступных районах обращать внимание на имеющиеся местные материалы, адаптировать существующие и разрабатывать новые методики определения характеристик.

На 2021-2024 гг. запланирована реконструкция трассы БАМ и строительство второй нитки железной дороги. Для устройства насыпи основания железной дороги используются местные материалы: скальные грунты различного состава и генезиса, добываемые взрывным способом в карьерах. Для минимизации временных затрат на дробление и сортировку по фракциям получаемого щебня была опробована технология возведения насыпи из насыпных скальных грунтов, получающихся в результате взрыва, но без применения дробления и сортировки. Технология подразумевает отсыпку такого грунта с размерами отдельных элементов от 0,001 до 800 мм (рис.1) и удаление единичных наиболее крупных глыб. Затем насыпной скальный грунт уплотняется специальными виброкатками с кулачковыми вальцами, в результате применяемых технологий и техники для уплотнения крупнообломочные грунты значительно дробятся. Тем не менее в насыпном грунте остаются глыбы значительных размеров (более 400 мм). Эти два факта делают практически неприменимыми существующие методики определения плотности крупнообломочных грунтов [ГОСТ 70260-2022; ГОСТ 25814-90]. Область применения ГОСТ 70260-2022 ограничивается фракцией 400 мм, а ГОСТ 25814-90 – 63 мм.

Определение максимальной плотности в соответствии с традиционной методикой [ГОСТ 22733-2016] невозможно, так как его область применения ограничена грунтами, в которых содержание фракции более 10 мм не превышает 30%, а само определение производится только для тех фракций грунта, размер которых менее 10 мм. В документе [Методические рекомендации..., 1972] рекомендуется проводить испытания по стандартному уплотнению крупнообломочных грунтов по методике ГОСТ, но с применением форм большего диаметра. Однако, размер фракции для испытаний ограничен 50 мм. Кроме того, особенность лабораторных исследований заключается в том, что при испытании не происходит дробление материала, т.е. гранулометрический состав остается постоянным во время испытаний, как и в большинстве обычных насыпей при уплотнении щебня.

Для определения коэффициента уплотнения насыпных скальных грунтов разработана методика, которая представляет собой комплекс из нескольких адаптированных и доработанных с учетом специфики исследуемых грунтов методик. Для достижения цели



Рисунок 1 – Устройство насыпи из скального грунта

решались две основные задачи: определение максимальной плотности насыпного скального грунта и определение фактической плотности грунта при уплотнении. При определении максимальной плотности грунта необходимо было выбрать критерий достижения максимального уплотнения и методы его контроля, а также разработать методику определения плотности.

Испытания проводились на экспериментальных участках насыпей. Всего выбрано 6 участков, на которых проводилась отсыпка грунтов разного петрографического состава, добываемых в разных карьерах (рис.2): алевролит, габбро, гранит, андезит, песчаник, гнейс. На подготовительном этапе с помощью строительной техники формировалось условно недеформируемое основание. Поверхность естественного грунта уплотнялась катком до тех

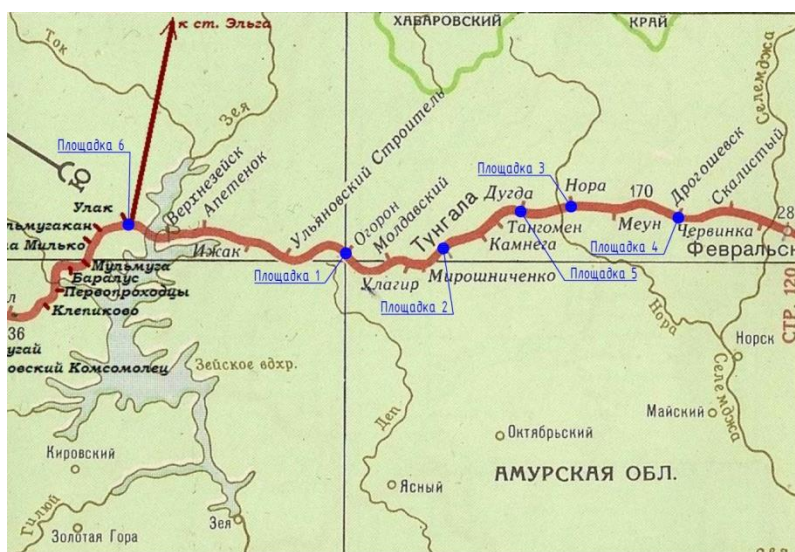


Рисунок 2 – Схема расположения экспериментальных участков

пор, пока осадка поверхности не стала составлять менее 1 мм после прохода катка. Контроль осадки поверхности осуществлялся методом геометрического нивелирования в соответствии с [ГОСТ 24846-2019]. На условно недеформируемом основании формировалась отсыпка скального грунта, устанавливались деформационные марки, проводилось уплотнение отсыпки кулачковым виброкатком. Измерение осадки насыпи в точках установки деформационных марок производилось после каждых 2 проходов катка по следу. Строился график зависимости осадки насыпи от количества проходов катка (рис.3). Параллельно с измерением осадки насыпи проводились определения плотности насыпного скального грунта. Для определения плотности был масштабирован метод лунки: ввиду наличия крупных глыб размер выемки составлял до 1,5*1,5 м глубиной до 80 см, а масса извлеченного грунта – до 600 кг. Для измерения массы использовались крановые весы, для измерения объема – «еврокуб» с насосом и расходомером. В процессе испытаний строился график зависимости плотности насыпного скального грунта от количества проходов.

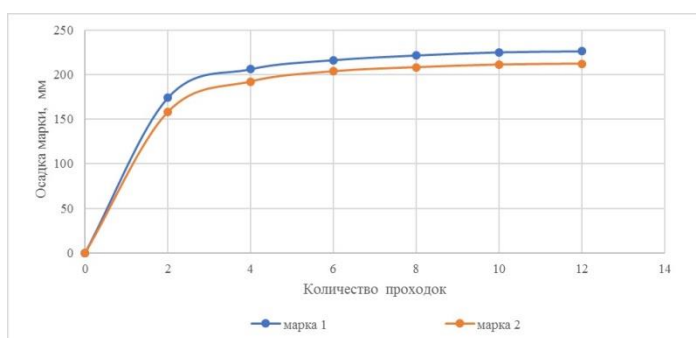


Рисунок 3 – Зависимость осадки насыпи от количества проходов катка

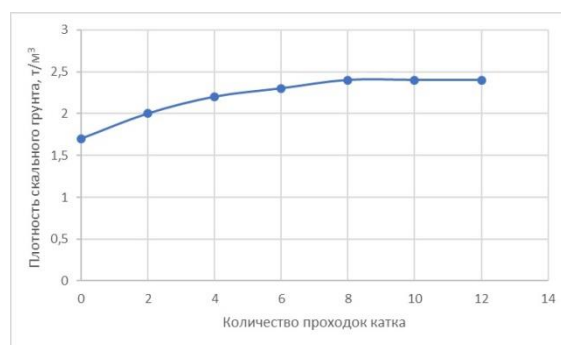


Рисунок 4 – Зависимость изменения плотности от количества проходов катка

По результатам испытаний на всех 6 площадках установлено, что после 10-12 проходов катка осадка насыпи стабилизируется, также как и значения плотности (рис.4). Дальнейшее увеличение количества проходов вплоть до 20 не привело к увеличению показателей. Ввиду неравномерности распределения фракций получен разброс значений плотности около 15%, что является основанием рекомендовать измерение плотности при определении максимальной плотности, а также при определении фактической плотности грунта при уплотнении, не менее чем с трехкратной повторностью. Результаты исследования показали, что критерием достижения максимальной плотности грунта может быть осадка насыпи, не превышающая 2 мм на 1 м насыпи. По результатам исследования разработана методика полевого определения максимальной плотности насыпного грунта со значительным содержанием глыбовой фракции при изменении гранулометрического состава в процессе уплотнения, а также методика полевого определения плотности такого грунта.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 70260-2022 «Грунты. Методы определения крупнообломочных грунтов». Москва, Стандартинформ, 2022. С.10
2. ГОСТ 25814-90 «Строительная геотехника. Определение плотности грунтов методом замещения объема». Москва, Стандартинформ, 2005. С.5
3. ГОСТ 22733-2016 «Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности». Москва, Стандартинформ, 2017. С.11
4. ГОСТ 24846-2019 «Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений». Москва, Стандартинформ, 2020. С.11
5. Методические рекомендации по оценке степени уплотнения насыпей, возведенных из крупнообломочных грунтов. Москва, Минтрансстрой СССР СОЮЗДОРНИИ, 1972. С.15

**КАМНЕСАМОЦВЕТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ ВОСТОЧНОГО ПАМИРА:
РАНГУЛЬСКОЕ ПЕГМАТИТОВОЕ ПОЛЕ И ПЕГМАТИТ АМИГО**

Гриценко Ю.Д.^{1,2}, Хайрулина А.Э.³

1 – Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Геологический ф-т, г. Москва, ugritsenko@rambler.ru

2 – Минералогический музей имени А.Е. Ферсмана РАН, г. Москва

3 - Сколковский институт науки и технологий, г. Москва

Восточный Памир (Горно-Бадахшанская область, Таджикистан) известен как крупная уникальная провинция, включающая более 15 пегматитовых жил, содержащих богатую самоцветную минерализацию. Наиболее значительными по запасам камнесамоцветного сырья являются пегматиты Рангульского пегматитового поля, которые изучены достаточно полно [Дмитриев и др., 1983; Россковский и др., 1991; Скригитиль, 1996; Мираков и др., 2018; Паутов и др., 2020; и др.]. Миароловые пегматиты залегают в экзоконтакте массива лейкократовых гранитов Шатпутского интрузивного комплекса альпийского возраста среди разнообразных осадочно-метаморфических пород: гнейсов, кристаллических сланцев, кварцитов, песчаников, мраморов, метаморфизованных в условиях амфиболитовой и эпидот-амфиболитовой фаций. Наиболее крупные пегматитовые жилы Рангульского пегматитового поля: жила Амазонитовая, Полихромная, пегматит Топазовый, Приятный, Дорожный, Мика, Малыш, Фантазия. В Рангульском пегматитовом поле выделяют два формационных типа пегматитов с драгоценными камнями [Скригитиль, 1996]: 1 – миарольные пегматиты; 2 – гранит-пегматиты с остаточными полостями и наложенной камнесамоцветной минерализацией. Также выделяют три подтипа: лепидолитовый, берилловый и топазовый. Для многих жил характерны минералы группы турмалина: шерл, а также полихромные рубеллит и тсилаизит. Как правило, в турмалинах происходит смена цветов происходит вдоль главной оси, реже окраска кристаллов концентрически-зональная. Топаз образует как ксеноморфные выделения в пегматитах, так и отдельные хорошо оформленные кристаллы в полостях. Цвет топаза обычно бледно-желтый, реже – светло-голубой, для пегматитов жила Амазонитовая, Мика характерны также топазы чайного цвета. Особенностью этих топазов является их быстрое выцветание на солнечном свете. Берилл встречается практически во всех пегматитах Рангульского поля, наиболее характерным является аквамарин. В пегматитах бериллового типа кристаллы берилла отличаются большим разнообразием окрасок. Часто встречаются бериллы зеленых тонов, достигающие размера до 10 см, реже – кристаллы голубого и желтого цвета. Для лепидолитовых пегматитовых жил Мика и Малыш характерны изометричные кристаллы воробьевита бледно-розового цвета. Кроме камнесамоцветной минерализации, пегматиты содержат не менее интересную минерализацию другого типа, содержащую боромусковит, апатит, флюорит, кальцит, барит, касситерит, гамбергит, висмутоколумбит, висмутопироксид, спессартин, титанит, магнетит, уранополикраз, поликраз-(Y), высокоборный гадолинит-(Y), торит, алланит-(Ce), иксиолит, манганоколумбит, пироксид, черновит-(Y), герценбергит, варламовит, циркон, и др. [Мираков и др., 2018; Паутов и др., 2020].

Если пегматиты Рангульского поля изучены достаточно полно, то пегматит Амиго остается во многих аспектах малоизученным, его изучению посвящены единичные работы [Искандаров и др., 2019]. Проявление Амиго расположено в 150 км к западу от Рангульского поля, на приводораздельной цирковой части сая Джалан, на высоте 4900 м. Это проявление было открыто З.Т. Джураевым в 1988 г. при проведении поисковых работ на камнесамоцветное сырье. Пегматит Амиго расположен непосредственно к зоне сильно измененных, дробленных пород, образованной серией разрывов, мощностью около 200 м и представленных почти сплошным ангидритом, вторичным гипсом и лимонитом (Искандаров и др., 2019).

Пегматитовое тело линзовидное, мощностью до 2 м, в раздуве центральной части до 5 м, общей протяженностью до 40 м. На контактах ангидритов с пегматитовой жилой наблюдается актинолит-диопсидовая оторочка мощностью до 10 см, в которой развиты светло-серые прозрачные длинно-призматические кристаллы мариалита размером до 1.5 см состава $\text{Na}_{2.55}\text{Ca}_{1.45}\text{Al}_{3.12}\text{Si}_{7.88}\text{O}_{24}[\text{Cl}_{0.75}(\text{SO}_4)_{0.16}(\text{CO}_3)_{0.1}]$ в оторочке мелкочешуйчатого зеленого флогопита.

Жила представляет собой кварц-микроклин-олигоклазовый пегматит графической и апографической структуры с многочисленными небольшими миароловыми полостями, содержащими горный хрусталь, ортоклаз, альбит, мусковит, шерл, и др. Отличительная особенность данного пегматита – все полости заполнены крупнокристаллическим прозрачным гипсом. В результате образуются эффектные образцы, состоящие из альбита, микроклина, шерла и др. минералов в гипсе.

Минералогический состав пегматита: КПШ, кварц, гипс, шерл, флюорит, топаз, биотит, берилл, пирит, кридит, прозопит, кальцит. Некоторые исследователи отмечают нахождение самородного золота [Искандаров и др., 2019]. КПШ представлен микроклином, часто с зеленоватым оттенком, иногда встречаются непрозрачные кристаллы размером 4×3×3 см. Альбит светло-голубого цвета состоит из мелко- и среднезернистых выделений клевеландита, развитого по микроклину. Кварц редко образует хорошо образованные кристаллы. Цвет от слабо-дымчатого до бесцветного. Кристаллы его обычно нарастают на стенки полостей и включены в гипс.

Шерл широко распространен в пегматите, образует длиннопризматические до игольчатых зональные кристаллы, наиболее крупные до 10 см образуются в полостях, заполненных поздним гипсом. Центральные части содержат до 3 % MnO, состав отвечает $\text{Na}_{0.91}\text{Fe}^{2+}_{2.45}\text{Mn}^{2+}_{0.44}\text{Al}_6[\text{Si}_6\text{O}_{18}](\text{BO}_3)_3(\text{OH})_4$, краевая часть $\text{Na}_{0.7}\text{Fe}^{2+}_{2.07}\text{Mn}_{0.03}\text{Mg}_{0.03}\text{Al}_{0.5}\text{Li}_{0.5}\text{Al}_6[\text{Si}_6\text{O}_{18}](\text{BO}_3)_3(\text{OH})_4$.

Топаз встречается нескольких типов: короткопризматические идеально прозрачные кристаллы чайного цвета размером до 4 см в полостях с флюоритом, бериллом, клевеландитом в гипсе; уплощенные кристаллы размером до 0.5 см в срастании с флюоритом и прозопитом; также описан жильный непрозрачный топаз в блоковой зоне пегматита [Искандаров и др., 2019].

Берилл образует: светло-зеленые призматические кристаллы размером до 2 см в альбит-микроклиновой зоне; бесцветные, идеально прозрачные не зональные длиннопризматические кристаллы со средним составом, отвечающим формуле $\text{Na}_{0.05}\text{Be}_3(\text{Al}_{2.04}\text{Mg}_{0.05}\text{Fe}_{0.01})\text{Si}_{5.91}\text{O}_{18}$ в ассоциации с мусковитом, шерлом, клевеландитом, флюоритом в полостях, заполненных гипсом. Берилл 3-го типа встречается в ассоциации с шерлом, альбитом и кальцитом, он образует таблитчатые кристаллы до 2 см, с соотношением толщины к ширине 1:3. Грани пинакоида слабо расщеплены. Этот берилл имеет ярко синюю зонально-секториальную окраску, грани пинакоида окрашены менее интенсивно, грани призмы – сильнее. Центральная часть кристаллов в большей степени обогащена железом, магнием и щелочами. Содержание железа в центральных частях колеблется от 2.5 до 4.5 мас. % FeO, в краевых частях – 0.4–1 мас. % FeO. Средний состав берилла центральной части отвечает $\text{Na}_{0.26}\text{Be}_3(\text{Al}_{1.8}\text{Mg}_{0.25}\text{Fe}_{0.28})\text{Si}_{5.91}\text{O}_{18}$, краевой части $\text{Na}_{0.13}\text{Be}_3(\text{Al}_{1.8}\text{Mg}_{0.03}\text{Fe}_{0.03})\text{Si}_{5.91}\text{O}_{18}$.

В СВ части пегматита довольно крупные участки мощностью до 0.5 м сложены частично измененным топазом, флюоритом, прозопитом и каолинитом. Прозопит состава $\text{Ca}_{1.01}\text{Al}_{1.99}\text{F}_{4.25}(\text{OH})_{3.75}$ образует мелкозернистый агрегат, вместе с каолинитом, кридитом и флюоритом замещающий топаз, а также образует розетки и сферолитовые бесцветные агрегаты в полостях размером до 0.3 см.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитриев Э.А. // Изв. АН ТаджССР. Серия геол. и физ.-тех. наук. 1983. № 3 (89). С. 73-81.

2. Искандаров Ф. Ш. и др. // Наука и инновация. Сер. геол. и тех. наук. Душанбе. 2019. №. 26. С. 36-42.
3. Мираков и др. // Докл. АН Тадж. 2018. Т.61. №5. С. 491-495.
4. Паутов и др. // Нов. дан. о мин. 2020. Т. 54, вып.1. С. 26–37.
5. Скригитиль А.М. // Мир камня. 1996. №11. С. 11-17.
6. Россровский Л.Н. и др. // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1991. № 5. С. 92-103.

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО МАГНИТОСТРАТИГРАФИИ ЛЕССОВО-ПОЧВЕННЫХ СЕРИЙ ВОСТОЧНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ (РАЗРЕЗ ОТКАЗНОЕ, СТАВРОПОЛЬСКИЙ КРАЙ)

Дуданова В.И.^{1,2}, Константинов Е.А.³, Веселовский Р.В.^{1,2}

1 – Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Геологический ф-т, г. Москва, varyanich1212@gmail.com

2 – Институт физики Земли имени О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва

3 – Институт географии РАН, г. Москва

Лессово-почвенные серии (ЛПС), ввиду характера их распространения и особенностей седиментации, наряду с глубокоководными морскими и озерными осадками представляют собой наиболее полный палеогеографический архив, в котором зафиксирована непрерывная летопись изменений окружающей среды в четвертичном периоде. Комплексные исследования лессово-почвенных отложений позволяют получать информацию о климатических изменениях, эволюции растительности, палеоветровом режиме и палеогеографических условиях их формирования в вертикальном (временном) и латеральном направлениях. При этом, принципиально важной и актуальной проблемой для построения таких пространственно-временных реконструкций природной среды в квартере становится вопрос о детальной стратиграфии, геохронологии и высокоточной корреляции разрезов лессово-почвенных серий.

ЛПС Восточного Предкавказья по своей стратиграфической полноте и мощности практически сопоставимы с ЛПС Китая и Средней Азии и являются уникальными в пределах всей Восточной Европы. Продолжительность формирования лессового покрова Предкавказского региона оценивается более, чем в 700–800 тыс. лет, а их мощность закономерно изменяется от 10–30 до 100–140 м с запада (побережье Азовского моря) на восток (Терско-Кумская низменность) соответственно [Константинов и др., 2022]. К настоящему времени, благодаря изучению новых разрезов и скважин, внедрению методов люминесцентного (ОСЛ) датирования и массовых аналитических исследований, для верхнечетвертичных лессов Предкавказья разработана детальная хроностратиграфическая схема их формирования [Константинов и др., 2022]. В то же время для лессово-почвенных серий среднего и нижнего неоплейстоцена, ввиду их меньшей изученности и ограниченной применимости геохронологических методов, отсутствует однозначная привязка ЛПС к хроностратиграфической схеме Восточно-Европейской равнины и корреляция с изотопно-кислородной шкалой (МИС) [Velichko, Morozova, 2010; Bolikhovskaya et al., 2016].

Объект наших исследований – разрез ЛПС Отказное (44.17° с.ш., 43.51° в.д.), расположенный в пределах Терско-Кумской низменности на восточном борту Отказненского водохранилища (Ставропольский край) – представляет собой один из самых мощных лессово-почвенных разрезов на территории Восточно-Европейской равнины. Первые магнитостратиграфические исследования данного разреза в конце XX века проводились С.С. Фаустовым с коллегами [Фаустов, Вирина, 2001], в результате которых была зафиксирована инверсия Матуяма-Брюнес (М/Б). Однако использование материала лишь керн скважины, низкая детальность отбора образцов и устаревшие методические подходы позволяют характеризовать полученные данные только в качестве рекогносцировочных. Тем не менее,

факт наличия палеомагнитной записи хорошего качества в ЛПС разреза Отказное обуславливает его перспективность для детального магнитостратиграфического изучения на современном методическом уровне.

Отбор образцов для петро- и палеомагнитных исследований разреза Отказное проводился в ходе полевых работ 2023 г. из вертикальных стенок разреза в виде ориентированных штуфов размером около 20×15×10 см с интервалом 20–30 см. Для детального изучения инверсии Матуяма–Брюнес в нижней части разреза (~9 м) выполнялся сплошной отбор образцов. Штуфы в лабораторных условиях были распилены на стандартные кубики 2×2×2 см; коллекция составила 755 образцов по 2–7 образцов-дублей с каждого уровня.

Все магнитные измерения были выполнены согласно стандартным методикам [Храмов и др., 1982] в Лаборатории Главного геомагнитного поля ИФЗ РАН на оборудовании Центра коллективного пользования ИФЗ РАН и Петромагнитной лаборатории Геологического факультета МГУ. Образцы были подвергнуты магнитным чисткам как температурой, так и переменным полем. Чистка образцов переменным магнитным полем выполнялась с помощью приставки-демагнетайзера к криогенному магнитометру (2G Enterprises, США): все образцы подвергались пошаговому размагничиванию (15 шагов) до 110 мТл. Температурная магнитная чистка проводилась до 690°C с шагом ~50°C (число шагов чистки составило 7–12) в немагнитной печи MMTD-80 (Magnetic Measurements, Англия). Величина и направления остаточной намагниченности образцов измерялись на спин-магнитометре JR-6 (AGICO, Чехия) и криогенном (SQUID) магнитометре (2G Enterprises, США). Выделение характеристической компоненты намагниченности (ChRM) проводилось в программе PMTools (pmtools.ru). Палеомагнитные характеристики (склонение (D), наклонение (I) и широта ВГП (VGP latitude)) были получены путем осреднения данных по образцам-дублям.

В результате палеомагнитных исследований была составлена магнитостратиграфическая схема и получена запись инверсии Матуяма–Брюнес для разреза Отказное. Переходная зона в разрезе охватывает интервал мощностью ~2 м, в котором фиксируются скачки знака полярности, а также аномальные направления (VGP ~0°). Для перехода характерны уменьшение величины естественной остаточной намагниченности по сравнению с зонами стабильной полярности, а также плохое качество записи и нестабильность сигнала (на уровне образцов-дублей между собой). Граница Матуяма–Брюнес фиксируется на глубине 69.5 м в кровле лесса L9, на 0.5 м ниже подошвы педокомплекса S8, и соответствует границе МИС 19/20. Полученные данные свидетельствуют о заниженном положении границы М/Б в разрезе лессово-почвенных серий Отказное по сравнению с морскими отложениями, где переход Матуяма–Брюнес фиксируется в МИС 19 [Channell et al., 2010], что, по всей видимости, связано с запаздыванием фиксации палеомагнитного сигнала в лессово-почвенных отложениях.

Исследование выполнено в рамках проекта РНФ 21-77-10104 и Государственного задания ИФЗ РАН.

ЛИТЕРАТУРА

1. Константинов Е.А., Захаров А.Л., Сычев Н.В., Мазнева Е.А., Курбанов Р.Н., Морозова П.А. Лессонакопление на юге Европейской России в конце четвертичного периода // *Вестник Российской Академии Наук*. 2022. Том 92. № 6. С. 572–582.
2. Фаустов С.С., Вирина Е.И. О стратиграфическом положении границы Матуяма–Брюнес в лёссовой формации Русской равнины // *Бюлл. комиссии по изучению четвертичного периода*. 2001. № 64. С. 21–31.
3. Храмов А.Н., Гончаров Г.И., Комиссарова Р.А., Писаревский С.А. и др. *Палеомагнитология*. Л.: Недра. 1982. 312 с.
4. Bolikhovskaya N.S., Faustov S.S., Markova A.K. Pleistocene climatic stratigraphy and environments of the Terek-Kuma Lowland (NW Caspian Sea region) inferred from palynological,

paleomagnetic and rodent records of the long Otkaznoye sediment sequence // Quaternary International. 2016. Vol. 409. P. 16-32.

5. Channell J.E.T., Hodell D.A., Singer B.S., Xuan C. *Reconciling astrochronological and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ages for the Matuyama-Brunhes boundary and late Matuyama chron // Geochemistry, Geophysics, Geosystems. 2010. V. 11. Q0AA12.*

6. Velichko A.A., Morozova T.D. *Basic Features of Late Pleistocene Soil Formation in the East European Plain and Their Paleogeographic Interpretation // Eurasian Soil Science. 2010. Vol. 43. No. 13. P. 1535-1546.*

УЧЕБНЫЕ ЗАДАЧИ ПО МАЛОГЛУБИННОЙ СЕЙСМОРАЗВЕДКЕ И ГЕОРАДИОЛОКАЦИИ НА АЛЕКСАНДРОВСКОЙ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ МГУ (КАЛУЖСКАЯ ОБЛ.)

Ермаков А.П.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Геологический ф-т, г. Москва, ermakal@rambler.ru

Практика представлена следующими геофизическими методами: метод отраженных волн в модификации общей глубинной точки (МОВ-ОГТ), метод преломленных волн (МПВ) и сейсмотомография (СТ). Дополнительно в рамках практики по сейсморазведке введен метод георадиолокация (ГРЛ), для которого применяются подходы к обработке и интерпретации из сейсморазведки МОВ.

Географическое положение базы

Александровская база учебных геофизических практик имени В.К. Хмелевского геологического факультета МГУ находится в 230 км от Москвы, в одноименной деревне Александровка в Юхновском районе Калужской области. Эта малонаселённая деревня расположена на территории природного национального парка «Угра». Ближайший город Юхнов расположен на противоположном берегу реки Угра примерно в 22 км к юго-востоку [Полигоны...; 2023].

Геологическое строение верхней части разреза

Геологический разрез в районе базы практик представлен отложениями каменноугольной системы, на которых залегают четвертичные отложения. Четвертичные отложения представлены песками, супесями, суглинками, галечниками, реже глинами, представляющими в совокупности моренные ледниковые отложения. Каменноугольная система представлена только нижним отделом (C_1). Каменноугольные отложения представляют собой сложно построенную толщу с чередованием континентальных терригенных и морских карбонатных пачек [Ермаков и др.; 2014].

Аппаратура, используемая при проведении практик

При выполнении сейсморазведочных задач используются источники типа падающий груз – кувалды массой от 1,5 до 8 кг. Регистрация осуществляется как продольных, так и поперечных волн с использованием геофонов марки GS-20DX и GS-ONE. Полевые измерения проводятся с использованием современных цифровых сейсмических станций: «ЭЛЛИСС-3» на 48 и 96 каналов (ООО «Геосигнал», Россия) и «Лакколит» (ООО «Логические системы», Россия).

Георадиолокационные измерения выполняются георадаром «ZOND-12e» с антенными блоками 300 МГц и 2000 МГц (Radar Systems, г. Рига, Латвия).

Учебные задачи по малоглубинной сейсморазведке и георадиолокации

Задача 1. Картирование геологических границ, наиболее контрастных по акустическим свойствам методом отраженных волн (МОВ-ОГТ).

К наиболее контрастным границам в геологическом разрезе при исследованиях МОВ-ОГТ относятся границы стратиграфического несогласия между отложениями четвертичного и нижнекаменноугольного возраста (глубина до 20-25 метров) и между отложениями нижнекаменноугольного и верхнедевонского возраста (глубина около 100-120 метров). В течение практики осуществляется съёмка вдоль одного профиля длиной до 1-3 км. В пределах одной расстановки число пунктов приёма составляет 48 или 96 в зависимости от типа регистрируемых колебаний. Шаг пунктов приёма составляет 2 метра. Пункты возбуждения располагаются на каждом пункте приёма или в два раза реже. Дополнительно располагаются выносные пункты возбуждения слева и справа от приёмной линии с целью достижения минимальной кратности 24 в пределах расстановки. Глубинность исследований в зависимости от типа регистрируемых колебаний достигает от 100 до 300 метров. Результат выполнения задачи – динамические разрезы во временном масштабе с выделенными сейсмическими границами и их геологическое истолкование.

Задача 2. Картирование границы увлажнения в слое песка методом преломленных волн (МПВ).

Сейсморазведочные исследования МПВ выполняются на берегу реки Воря. Глубина границы меняется в зависимости от погодных условий от 2,5 до 3,5 метров. Задача выполняется на двух ортогональных линейных профилях длиной 23 метра. Точка пересечения профилей является контрольной. В этой точке проводится сопоставление вычисленных скоростей распространения волн и глубина преломляющей границы с целью оценки точности расчётов. Осуществляется регистрация продольных волн. Шаг пунктов приёма – 1 метр. Пункты возбуждения располагаются в начале, в середине и в конце приёмной линии, а также слева и справа от расстановки. Результат выполнения задачи – глубинные разрезы по профилям с построенной границей, таблица со значениями скоростей сейсмических волн в породах в сухом и влажном состоянии.

Задача 3. Определение пространственного распределения скоростных характеристик геологической среды, обнаружение скоростных аномалий и картирование геологических границ, наиболее контрастных по акустическим свойствам методом сейсмической томографии (СТ).

При сейсмотомографических исследованиях картируются границы между новейшими отложениями четвертичного возраста и моренными отложениями (глубина до 10 метров) и между моренными отложениями и отложениями нижнекаменноугольного возраста (глубина около 25-30 метров). Как правило, в течение практики осуществляется съёмка вдоль нескольких линейных профилей длиной до 500 м. Регистрация осуществляется как продольных, так и поперечных рефрагированных волн. Шаг пунктов приёма – 2 метра. Пункты возбуждения располагаются на пунктах приёма, а также слева и справа от расстановки с шагом 6 метров. Результат выполнения задачи – скоростные разрезы по профилям в глубинном масштабе с выделенными сейсмическими границами, скоростными аномалиями и их геологическое истолкование.

Задача 4. Картирование дна рек и границ поддонных отложений методом георадиолокации (ГРЛ).

ГРЛ съёмка осуществляется с использованием лодки с электромотором по сети профилей произвольной конфигурации. При выполнении задачи применяется георадар «ZOND-12е» и антенна 300 МГц. Результат выполнения задачи – динамические разрезы во временном масштабе с выделенными границами дна реки и поддонных отложений.

Задача 5. Обнаружение и определение положения подземных коммуникаций на территории базы МГУ методом георадиолокации (ГРЛ).

ГРЛ измерения выполняются вдоль одного линейного профиля длиной 50 м. Профиль пересекает 2 дренажные трубы, закопанные на глубине 1 и 1,5 метра соответственно. Выполнение задачи включает в себя обнаружение труб, определение диэлектрической

проницаемости в среде до верхней кромки труб и их глубины залегания. При выполнении задачи используется георадар «ZOND-12e» и антенна 300 МГц.

Задача 6. Выяснение строения железобетонных плит фундамента здания или вертолетной площадки методом георадиолокации (ГРЛ).

ГРЛ измерения выполняются на поверхности железобетонных плит по сетке профилей с шагом 20 см. Выполнение задачи включает в себя определение толщины плиты и шага металлической арматуры внутри плиты. При выполнении задачи используется георадар «ZOND-12e» и антенна 2000 МГц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ермаков А.П., Ли В.О., Гриневский А.С. Сейсморазведка. Часть 1. Наземная сейсморазведка. – Москва: Университетская книга. 2014.
2. Полигоны учебных геологических практик вузов России : сборник статей. Выпуск 1. / Отв. ред. Ю.В. Попов ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета. 2023. С. 6-39.

MICRO-MINERALOGICAL FEATURES OF ACCESSORY NOBLE METAL MINERALIZATION OF THE KARASAI ORE OCCURRENCE

Kamishov V.S.^{1,2}, Khalmatov R.A.^{2,3}, Krivosheeva A.N.², Oripova N.I.^{2,4}

1 - National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Uzbekistan, Tashkent

2 - Center for Advanced Technologies, Uzbekistan, Tashkent, 0719k.anna.n@gmail.com

3 - Institute of Geology and Geophysics, Uzbekistan, Tashkent

4 - Institute of Mineral Resources, Uzbekistan, Tashkent

The Karasay site is located on the Apantepa-Karatagata square of Almalyk district in Republic of Uzbekistan. This area is located in the basin of the Karakiya River along the right tributaries – Karagatagatasay and Karasay. Three ore occurrences have been identified at this site: Karasay (the most studied and promising), Mazarsay and Apantepa.

The method of studying ore minerals consisted in the study of polished grinds and briquettes with pressed concentrates on a Carl Zeiss scanning electron microscope (SEM-EDX) which is located at Center for Advanced Technologies. Considering that gold in primary sulfide ores is a typical micro-nanomineral, nanomineralogical research methods were used [Koneev; 2010].

Gold-bearing ores selected from the tunnel and core of the well were studied here. Gold-silver and copper mineralization has been established in the subvolcanic rhyolites and granite porphyries of the Kalkanata complex ($\gamma\pi D_{1-2}$ kl). Scattered gold mineralization has been revealed from the core of drilling wells under volcanites of the Kalkanata complex in quartz monzonites of the Karatagata complex (quD_{1-2} kr).

The analysis of the mineral composition of the ores allowed us to identify three main gold-producing associations, not counting the near-ore quartz-carbonate-sericite-pyrite association.

The first association is quartz-gold-pyrite, predominantly low-sulfide with scattered inclusions of pyrite and finely dispersed gold. Quartz is fine-grained with a scattered amorphous variety of molybdenum-jordisite. Arsenopyrite is also rarely noted.

The second productive association is quartz-gold-polymetallic with tellurides. It develops in the form of nests, massive sulfide ores or in the form of inclusions in early association. The main minerals are galena, sphalerite, pyrite, chalcopyrite, tetrahedrite and tennantite.

The third productive association is hypergenic, mainly with a high-purity gold content. The main minerals are goethite, limonite, smithsonite, cerussite, chalcocite, wulfenite, covellin. Native gold is found on the site, with a sample value from 650 to 1000. The probation of gold from ore zones is up to 850% (Fig. 1a). A secondary mineral form of molybdenum in the form of wulfenite ($PbMoO_4$) has been established. Gold in this association is very high-grade, up to almost 1000 %

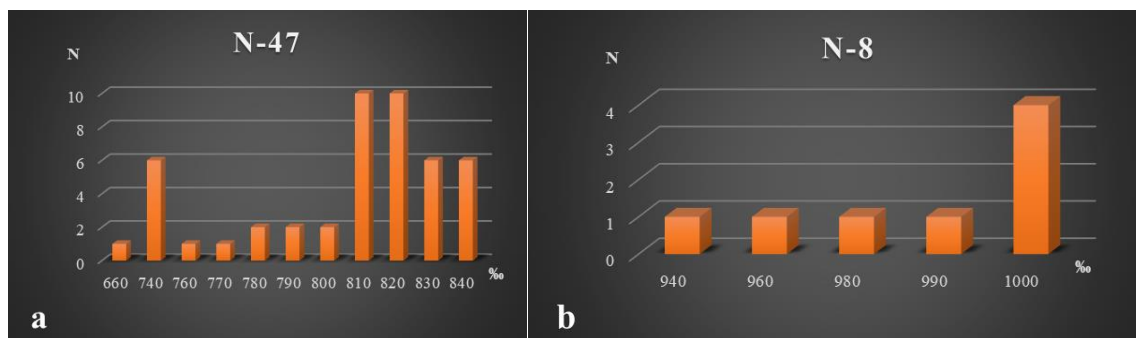


Figure 1. Histogram of the distribution of gold breakdown in primary ores and the hypergenesis zone of the Karasay site

(Fig. 1b) [Khalmatov; 2023].

Of the impurities, Pt is noted, rarely Pd, almost constantly Cu, Fe. Ni and Sb were found in a number of samples. Native gold is noted in aggregates of pyrite, chalcopyrite, sphalerite, galena, and pale ore (Fig. 2). Gold substitution of collomorphic pyrite in dark quartz is observed (Fig. 3).

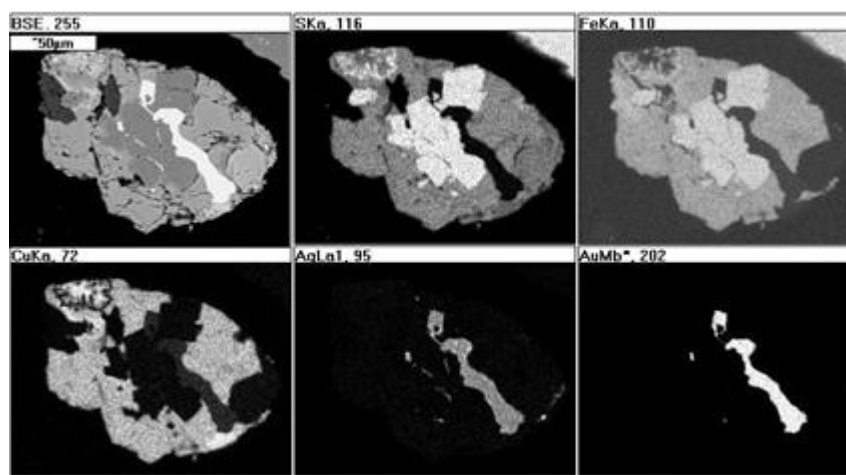


Figure 2. Native gold replaces pyrite-chalcopyrite grains.

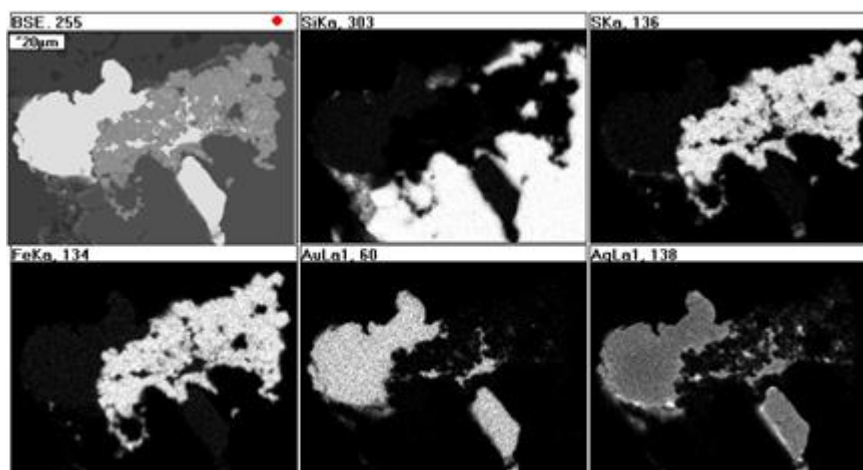


Figure 3. Collomorphic pyrite is replaced by native gold.

The main gold-producing associations at the Karasay site are hypergenic and quartz-gold-polymetallic. The latter, in terms of mineral composition and geochemical features, can be compared with the associations of the Akturpak and less – Kochbulak deposits. The main difference from the ores of other deposits in the region is the high concentration of molybdenum.

The formation of a second productive quartz-polymetallic association is also possible during the recrystallization and redeposition of earlier Au-Cu-Mo and Pb-Zn ores.

When processing the data obtained, it was concluded that the established mineralization in the well is similar to fine-grained mineralization in intrusions such as Fort Knox (USA). It is likely that large-volume mineralization of veined-interspersed (stockwork type), localized in intrusive rocks, will develop on the Apantepa-Karatagata area.

The obtained research results indicate the manifestation of unconventional gold mineralization in granitoids, which is associated with the crystallization of the magma chamber.

The research was carried out within the framework of the applied grant AL-21091412 “Intrusives of Uzbekistan (up to Carboniferous): the allocation of promising areas by nanomineralogical and geochemical criteria for the ore content of noble and base metals” of the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan.

REFERENCES

1. Koneev R.I., Khalmatov R.A., Mun Yu.S. *Nanomineralogy and nanochemistry of ores from gold deposits of Uzbekistan // Geology of ore deposits*, 2010, vol. 52, No. 8, pp. 755-766.
2. Khalmatov R.A., Divaev F.K., Mirkamalov R.H., Krivosheeva A.N., Isokova N.I., Kamishov V.S. *Microminerology of accessory noble metal mineralization of the Karasai site // Geology and mineral resources*. Tashkent. No.6. 2023. pp. 31-38.
3. Bakke A. *The Fort Knox «porphyry» gold deposits: Structurally controlled stock work and shear quartz vein, sulfide-poor mineralization by a late cretaceous pluton, east-central Alaska // Can. Inst. of Mining, Metallurgy and Petroleum. Snec. Vol.46. 1994. pp.795-803.*

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ КРИСТАЛЛОХИМИЯ МИНЕРАЛОВ ПЛАТИНОВОЙ ГРУППЫ

Каримова О.В., Межуева А.А.

Институт геологии рудных месторождений, геохимии, петрологии и минералогии РАН,
г. Москва, oxana.karimova@gmail.com

Представлены результаты исследований устойчивости ряда минералов платиновой группы (МППГ) под воздействием высоких температур. Для изучения применяется комплекс методов: синтез искусственных аналогов минералов, методы электронной микроскопии (сканирующая микроскопия и микрозондовый анализ), а также *in-situ* методы термического анализа (дифференциальный термический анализ в сочетании с термогравиметрией), высокотемпературная рентгеновская дифракция.

К платиновой группе относятся минералы, содержащие Pd, Pt, Os, Ru, Rh, Ir. Это в основном халькогениды, пниктиды или интерметаллиды. Среди них нет ни одного кислородсодержащего соединения. Эта отличительная черта определяет поведение МППГ при нагревании. В условиях высоких температур такие соединения ведут себя принципиально различно в зависимости от окислительно-восстановительной обстановки. При нагреве в окислительных условиях, на воздухе, достаточно быстро (около 200-300°C) происходит разложение на простые элементы, которое сменяется последующим окислением с образованием оксидов платиновых элементов. При нагреве в инертных или восстановительных условиях наблюдаются фазовые переходы.

Для ряда соединений элементов платиновой группы характерно образование полиморфных модификаций, устойчивых в определенных температурных интервалах. Так, фаза PtBi₂ имеет четыре полиморфные модификации, из которых только одна – среднетемпературная beta – существует в природе в виде минерала инсизвайта. Фаза PdBi₂ в природе представлена в двух модификациях: низкотемпературной – минерал фрудит, и

высокотемпературной – минерал урванцевит. Из двух модификаций фазы PdBi в природе реализуется низкотемпературная – минерал соболевскит. Минерал палладоарсенид – является низкотемпературной модификацией Pd₂As.

Для проведения высокотемпературных экспериментов был выполнен синтез низко- и среднетемпературных модификации искоемых соединений: β -PtBi₂, β -Pt(Bi,Te)₂, α -PdBi, α -PdBi₂, α -Pd₂As. Синтез проводился методом твердофазных реакций.

Продукты синтеза анализировались методами сканирующей электронной микроскопии и рентгенофазового анализа.

Температуры полиморфных переходов оценивались методом дифференциального термического анализа в сочетании с термогравиметрией (ДТА+ТГ) либо дифференциально-сканирующей калориметрии (ДСК). Эксперименты проводились на воздухе и в атмосфере аргона. Структурные преобразования, происходящие в данных соединениях при нагреве, оценивались методами рентгеновской дифракции – порошковой и монокристалльной.

Проведенные исследования показали что:

Полиморфное превращение синтетического аналога минерала инсизвайта PtBi₂ относится к превращению I рода и происходит с разрывом некоторых химических связей достаточно резким скачком только в условиях инертной атмосферы. В условиях окислительной атмосферы наблюдается разложение и окисление PtBi₂ до оксида висмута Bi₂O₃ со структурой минерала бисмита и платино-висмутитового аналога пирохлора Bi₂Pt₂O₇.

Изоморфная примесь теллура влияет на кристаллическую структуру инсизвайта, ее перестройку и полиморфные превращения. Полученные нами данные термического анализа свидетельствуют о том, что изоморфная примесь теллура в синтетическом аналоге минерала инсизвайта Pt(Bi,Te)₂ увеличивает температуру полиморфного превращения кубической β -модификации в гексагональную γ -модификацию на 60-80°C, что расширяет поле стабильности кубической модификации, однако температуры второго полиморфного превращения практически не смещаются. Температура начала плавления (температура солидус (ts)) при вхождении изоморфной примеси теллура в кристаллическую структуру кубической β -модификации увеличивается на 49°C – от 649.2°C у чистого PtBi₂ до 698.4°C у синтетической фазы Pt(Bi,Te)₂.

При изучении полиморфных превращений синтетической фазы PdBi обнаружена новая полиморфная модификация, которая стабильна выше 400°C.

Работа выполнения при поддержке гранта РФФИ 23-27-00470.

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГЕОЛОГИИ

*Карпушин М.Ю., Суслова А.А., Галин Н.Р., Ступакова А.В., Коршунов А.А., Беззубов А.Ю.,
Белецкая Н.В., Сауткин Р.С. Чернявский В.В.*

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва,
m.karpushin@oilmsu.ru

В условиях активного развития энергетического сектора для проведения различных аналитических работ специалистам необходим быстрый и удобный поиск информации. Для обеспечения высокой точности геологических обзоров особенно важна качественная пространственная привязка информации. В последние несколько лет сотрудниками геологического факультета МГУ создана и активно развивается информационно - аналитическая платформа <https://mygeomap.ru/>, которая нацелена на оперативное и комфортное использование баз данных энергетической области, включая нефтегазовый сектор. Платформа имеет многоцелевое значение, и на сегодняшний момент работает не только для нужд Института Перспективных Исследований Нефти и Газа МГУ (ИПИИГ), кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых геологического факультета МГУ имени

М.В. Ломоносова, но и широко используется геологами нашей страны (рис. 1), тем самым являясь наиболее развитой отечественной альтернативой информационно-консалтинговым сервисам международного уровня.

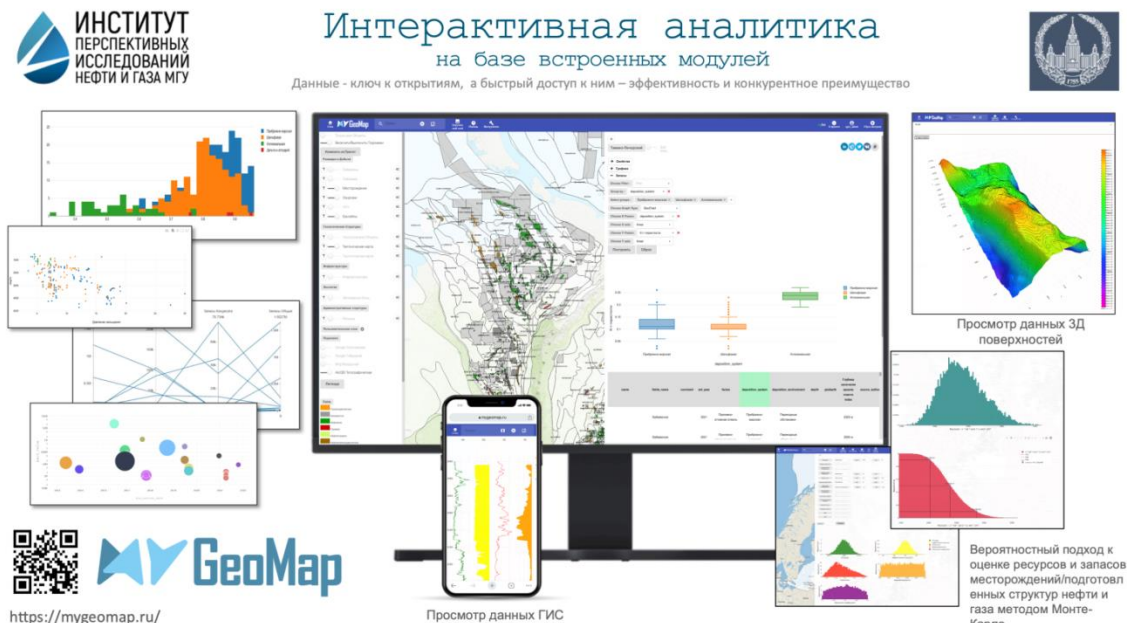


Рис. 1 Пример функционала платформы MyGeoMap, демонстрирующий возможность оперативно получать графическую информацию по различным видам объектов.

На текущий момент на платформе MyGeoMap.ru собрано более 500 000 геолого-геофизических, промысловых, экологических и других объектов с географической привязкой и атрибутивной информацией по России и Миру. Все данные собраны из различных открытых источников, дополнительно в базу добавлены собственные интеллектуальные наработки, активно разбираются архивы, накопленные кафедрой геологии и геохимии горючих ископаемых геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова начиная с 1945 года.

У пользователей появляется инструмент использования сервиса в качестве своеобразного современного “светостола”. Исследователю предлагается возможность визуализировать информацию из различных источников в едином пространстве. При этом доступ загруженной информации может быть разграничен между разными группами пользователей, обеспечивая безопасность и сохраняя конфиденциальность своих данных. При желании, помимо отображения собственной информации, есть возможность добавления открытых баз данных для удобства других пользователей, тем самым упрощая работу геологического сообщества.

С технической точки зрения система MyGeoMap функционирует через серверную часть, базу данных и веб интерфейс, поэтому наличие дополнительного ПО не требуется, необходим лишь современный браузер и подключение к сети интернет, причем можно работать как с компьютера, так и с мобильного устройства. При этом несколько пользователей одновременно и независимо друг от друга могут пользоваться системой.

Что касается применения новых технологий, то платформа MyGeoMap построена на самых современных технологиях векторной графики WebGL, что позволяет выводить через современный браузер не только интерактивные карты, но и онлайн визуализировать данные геофизических исследований скважин (каротаж) и даже 3Д модели. Кроме того, платформа спроектирована для применения инструментов машинного обучения, что уже было протестировано в ряде грантовых работ, направленных на поиск геологических аналогов.

MyGeoMap зарегистрировано в государственном реестре программ для ЭВМ (Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ в Роспатенте № 2020663567 и № 2023663346).

В результате за прошедшие несколько лет ИПИНГ решил ряд научно-практических задач от геологии нефти и газа, до экологии и проблем с захоронением CO₂ с помощью платформы MyGeoMap.

COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF GOLD MINERALIZATION IN KYZYLKUM AND NURATA REGIONS

Khalmatov R.A.^{1,2}, Krivosheeva A.N.², Oripova N.I.^{2,3}, Kamishov V.S.^{2,4}

1 - Institute of Geology and Geophysics, Uzbekistan, Tashkent

2 - Center for Advanced Technologies, Uzbekistan, Tashkent, 0719k.anna.n@gmail.com

3 - Institute of Mineral Resources, Uzbekistan, Tashkent

4 - National University of Uzbekistan, Uzbekistan, Tashkent

The gold ore deposits of the Kyzylkum-Nurata region of Uzbekistan are confined to the South Tien Shan orogenic belt, formed as a result of subduction, collision, post-collisional magmatism and ore formation (Fig. 1), [Dolgopolava; 2016].

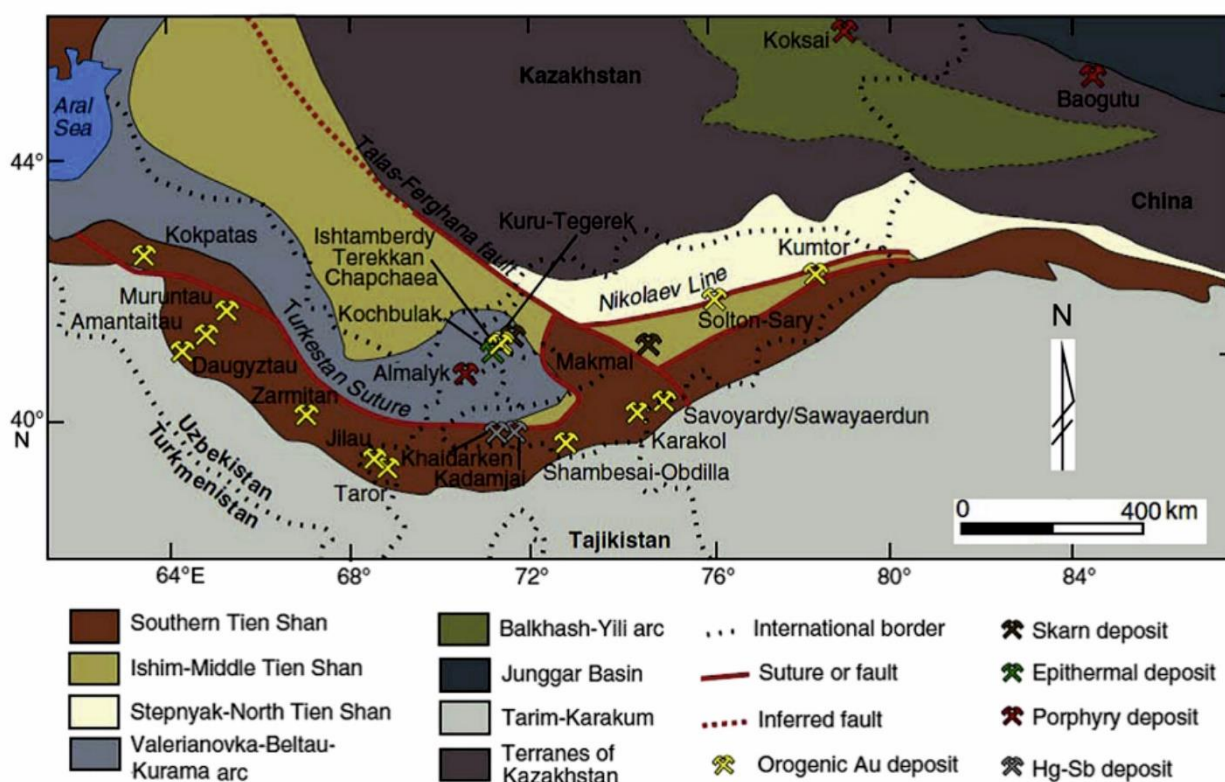


Figure 1. Present day configuration of the geology of the Tien Shan, central Asia, showing the most significant late Paleozoic Au-bearing mineral deposits. [Goldfarb et. al. 2014].

The age of gold mineralization determined by the Os-Re method, according to arsenopyrite and pyrite, coincides with the age of post-collisional granitoid magmatism determined by the U-Pb zircon method and is 280-290 million years [Koneev; 2013]. Deposits are located in black shales (Muruntau, Mutenbay), carbonate, terrigenous and volcanogenic rocks (Kokpatas, Balpantau), in intrusive formations (Zarmitan zone), at transverse, anti-Tien Shan transform faults at the nodes of the orogenic belt intersection [Vasilevsky; 2004].

The study of ores from the gold deposits of the Kyzylkum and Nurata regions were carried out on polished grinds and briquettes with concentrates isolated from gross samples. They have the

highest probability of occurrence of gold, tellurides and other "rare" minerals. The studies were performed on a JXA Superprobe 8800R electron probe microanalyzer and Carl Zeiss electron microscope (SEM-EDX) at the Institute of Geology and Geophysics, and at the Center for Advanced Technologies, Tashkent. Advanced Technologies, Tashkent. Methods developed for nanomineralogical and nanogeochemical studies were used [Koneev; 2010]. The composition of established minerals of size 50–0,1 μm is often nonstoichiometric due to the influence of "size effects".

Based on the results of the conducted research, data from the study of gold deposits of Uzbekistan in previous years, as well as materials from published and stock works by other authors, we have established that in all gold deposits of Uzbekistan, regardless of the composition of the host rocks, structure, shape of ore bodies, etc., a standard range of mineral and geochemical types is also manifested: Au-W, gold-rare metal; Au-As, gold-arsenopyrite-pyrite; Au-Te, gold-telluride; Au-Ag, gold-polysulfide (sulfosalt); Au-Sb, gold-antimonite-sulfoantimonide; Au-Hg gold-realgar-cinnabar.

A unified scheme of endogenous gold mineralization (table) is proposed for the Kyzylkum and Nurata regions. Prior metasomatic associations are not considered. The gold deposits of the Kyzylkum and Nurata mining regions are confined to the South Tian-Shan orogenic belt, formed as a result of geodynamic processes of subduction and collision.

Mining areas are confined to the intersection points of the orogenic belt by transverse, deep, transform faults. Mantle plumes and intermediate magmatic foci are confined to the intersection points, which determine the metallogenic specialization of the areas.

Industrial gold deposits of the Kyzylkum region traditionally belong to the "black shale" type, Nurata - to the type of deposits "associated with intrusions". According to our definition, the deposits of both regions are orogenic.

The main factors determining the position of gold mineralization in the geological space are structural-tectonic and magmatic.

The results obtained indicate that the composition of the gold mineralization does not depend on the host rocks and is determined by deep sources (mantle), intermediate magmatic foci and structural factors. The host rocks affect the composition of non-metallic minerals of early pre- and pre-ore metasomatic minerals.

E.M.Nekrasov (1999) also notes that both large and ordinary gold deposits are localized at the junctions and interfaces of powerful faults with zones of shale formation and crushing. The main difference between large deposits is a more significant vertical scale of usually continuously traceable mineralization.

One of the leading factors in the concentration of large objects is the polychronicity of the formation of a deposit in several stages and many stages. On Muruntau there are pre-spike (Au-W, Au-As) and post-spike stages (Au-Te, Au-Ag, Au-Sb, Au-Hg) with six stages. The presence of intra-ore dikes is typical for almost all large deposits.

Large and largest objects, depending on the erosion section, can combine up to six mineral and geochemical types, from Au-W to Au-As, Au-Te(Bi), Au-Sb, Au-Ag, Au-Hg.

REFERENCES

1. Dolgopolava A., Seltsmann R., Konopelka D. & Koneev R., Divaev F. *Geodynamic evolution of the western Tien Shan, Uzbekistan: Insights from U-Pb SHRIMP geochronology and Sr-Nd-Pb-Hf isotope mapping of granitoids / Gondwana Research*, 2016. P. 1-34.
2. Koneev R., Khalmatov R. (2013) *Some aspects of mineralogy, geochemistry and genesis ore from gold deposits of Uzbekistan. Ore and metals*, №2, pp. 31-38, Moscow, Russia.
3. Vasilevskiy B.B., Koneev R.I., Rustamov A.I. et al. *Novyye dannyye o veshchestvennom sostave zolotnykh rud mestorozhdeniya Muruntau // Rudy i metally*, №3, 2004. P.67-78.
4. Koneev R.I., Khalmatov R.A., Mun Y.S. *Nanomineralogy and nanochemistry of ores from gold deposits of Uzbekistan. Geology of ore deposits*, 2010, vol. 52, No. 8, pp. 755-766.

ГЕОЛОГИЯ И НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ СТАРОБИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Кишко А.А.¹, Балашова М.М.²

1 - Белорусский национальный технический университет, г. Минск,
Республика Беларусь, annakishko1999@gmail.com

2 - УО «Национальный детский технопарк», г. Минск, Республика Беларусь

Старобинское месторождение является одним из крупных месторождений калийных солей. По запасам сильвинитовой руды и объемам добычи оно прочно занимает ведущие позиции в мире.

На месторождении в соленосном разрезе выявлены четыре (I, II, III и IV) калийных горизонта [Высоцкий; 1988].

Залежи калийной руды образовывались в различных условиях, например в результате испарения и охлаждения калийных водоёмов, которые возникали на части площади галитовых водоёмов или в подземных соленосных бассейнах, глубоких отложениях осадочных пород. Образование залежей калийной руды происходило в различные эпохи, но именно в те, для которых характерен был сухой и тёплый климат. Формироваться калийная руда стала еще в мезозойскую эру, особенно в юрский и меловой периоды, то есть примерно от 150 до 65 миллионов лет назад. Тогда органические отложения, богатые калием, в результате поднятия и сжатия земной коры подверглись изменениям и превратились в калийные руды. Наиболее благоприятные условия именно для накопления калийной руды были в девонском и пермском периодах. Залежи калийных солей относятся к бессульфатному типу и в связи с этим обладают относительно простым минеральным составом [Смычник; 2004]. Калийные минералы представлены только хлоридами-сильвином и карналлитом, из которых основным является первый, а карналлит играет резко подчиненную роль. Сопутствующие соляные минералы представлены галитами ангидритом. Галит, как основной породообразующий минерал в сильвинитах, формирует отдельные прослои и слои в разрезах собственно калийных горизонтов. Ангидрит в калийных солях слагает отдельные тонкие прослои (доли миллиметра), а также образует включения в межзерновом пространстве в каменной соли и сильвинитах. Карбонаты представлены в основном доломитом и кальцитом. В калийных слоях присутствуют также акцессории, представленные оксидами железа, кварцем, слюдой и т. д.

Важно отметить, что калийные соли играют ключевую роль в сельском хозяйстве и экономике, обеспечивая урожайность и пищевую безопасность. Вот некоторые ключевые аспекты:

1. Производство удобрений: Калийные соли используются для производства удобрений. Они содержат важные питательные элементы, такие как калий, которые способствуют росту растений и повышают урожайность. Калийные удобрения помогают сельскому хозяйству обеспечивать продовольственную безопасность.

2. Мировой рынок: Беларусь, Россия и Канада являются крупнейшими производителями калийных удобрений. Экспорт калийных продуктов влияет на мировую экономику. Цены на калий зависят от спроса и предложения на рынке.

3. Значение для почвы: Калийные удобрения улучшают структуру почвы, помогают растениям более эффективно поглощать воду и питательные вещества. Это способствует устойчивому сельскому хозяйству.

4. Инновации и исследования: Ведутся исследования по оптимизации производства калийных удобрений, разработке новых технологий и улучшению их эффективности.

5. Роль в экосистеме: Калийные соли важны не только для сельского хозяйства, но и для поддержания биологического равновесия в природе. Они влияют на рост растений, животных и микроорганизмов.

Экономика калийных солей продолжает развиваться, и ее значение будет оставаться актуальным в будущем

ЛИТЕРАТУРА

1. Высоцкий Э.А. Калиеносные бассейны мира.- Минск.: Наука и техника, 1988.-С. 387.
2. Смычник А.Д. Технология и механизация разработки калийных месторождений/ А.Д. Смычник, Б.А. Богатов, С.Ф. Шемет.- Минск: Изд. Юнипак, 2004.-С. 12-19.

ОТХОДЫ УГЛЕБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ «КРАСНОБРОДСКАЯ-КОКСОВАЯ» КАК ИСТОЧНИК ПОТЕНЦИАЛЬНО ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ

Комарова А. Г.^{1,2}, Чижишева Т. А.^{1,2,3}, Прокопьев Е. С.^{1,3}, Прокопьев С. А.^{1,3}

1 – ООО НПК «Спирит», г. Иркутск, kag@spirit-irk.ru

2 – ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», геологический ф-т, г. Иркутск

3 – ФГБУН Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск

Отходы углепереработки представляют собой смесь органического и неорганического (минерального) вещества. Важнейшей характеристикой отходов угледобычи являются состав и количество присутствующей в них минеральной части. Понимание особенностей минерального состава и морфоструктурных характеристик отходов позволяет оценить возможность их вовлечения во вторичную переработку, а также оценить их металлоносность [2].

В рамках работ по оценке возможности вовлечения отвалов углебогатительной фабрики «Краснобродская-Коксовая» во вторичную комплексную переработку были изучены формы нахождения присутствующих в них стратегических важных элементов с помощью минералогических методов исследования.

Оптико-минералогический анализ пробы хвостов углебогатительной фабрики «Краснобродская-коксовая» выполнялся в минералогическом отделе ООО НПК «Спирит» по методическим рекомендациям НСОММИ [1].

В результате проведения оптико-минералогического анализа было установлено, что доля минеральной составляющей в исследуемых хвостах углеобогащения равна 40,2 %. Её основная масса (29,52 из 40,2 %) сложена глинистыми минералами (каолинитом и смешанослойными образованиями гидрослюд и смектита). В меньшем количестве обнаружены карбонаты (сидерит, доломит и кальцит), полевые шпаты, кварц и обломки пород, суммарное количество которых составляет 10,55 %. В сотых долях процента присутствуют слюды, сульфиды (пирит, халькопирит, сфалерит, галенит) и магнетит. В единичных зёрнах визуализируются барит, вольфрамит, самородное серебро, ксенотим, монацит, рутил, циркон, гётит и интерметаллиды Cu-Zn.

Атомно-эмиссионный анализ с индуктивно связанной плазмой (ICP-AES), показал, что отходы углеобогащения содержат в себе ряд элементов, относящихся к неблагородным металлам – Fe, Al, Cu, Zn, Ba, W, Ti, Zr и др., а также редкоземельные элементы – La, Y и Ag – металл, относящийся к благородным металлам, а оптико-минералогический анализ позволил установить формы их нахождения.

Источниками Al в исследуемой пробе главным образом выступают глинистые минералы: каолинит и смешанослойные образования гидрослюд и смектита. Глинистые минералы визуализируются в основном в виде минеральных агрегатов, в состав которых входят карбонаты, кварц и полевые шпаты. Также иногда в составе минеральных агрегатов наблюдается углистое вещество.

Железо преимущественно концентрируется в сидерите, который слагает минеральные агрегаты и формирует конкреции. Также концентраторами железа выступают магнетит и гётит. Они визуализируются в материале пробы в виде микровключений и самостоятельных зёрен.

Основными минералами-носителями серы выступают сульфиды, которые представлены преимущественно пиритом, реже обнаруживаются халькопирит, сфалерит, галенит и цинковый теннантит. Кроме того, сульфиды аккумулируют в себе неблагородные металлы – Fe, Cu, Zn и As. Пирит в основном визуализируется в виде фрамбоидов, а также в виде отдельных микровключений идиоморфных кристаллов в минеральных агрегатах и в виде свободных зёрен. Остальные обнаруженные сульфиды наблюдаются в виде микровключений неправильной формы.

Также по данным элементного состава в материале пробы присутствуют Ba, W, Ti и Zr источниками которых являются барит, вольфрамит, рутил и циркон соответственно. Они обнаружены в виде редких микровключений неправильной формы. Также помимо сульфидов источниками Cu и Zn выступают их интерметаллические соединения.

Из группы благородных металлов обнаружено Ag, оно находится в материале в виде выделений самородного серебра неправильной формы.

Минералами-носителями РЗЭ и Th являются ксенотим и монацит. Эти минералы также обнаружены в материале пробы в виде включений в минеритах.

Основываясь на данных минералогического анализа, можно заключить, что отходы углеобогащательной фабрики «Краснобродская-Коксовая» являются потенциальным источником стратегически важных и редких элементов, а также неблагородных металлов. Также информация о минеральном составе и формах нахождения стратегически важных элементов позволяет предопределить технологию комплексной переработки отходов углеобогащения. Минералы, содержащие в себе потенциально ценные компоненты, могут быть извлечены при условии экономической целесообразности.

Работы выполнены в рамках КНТП Министерства науки и высшего образования РФ № 075-15-2022-1192 «Переработка хвостов угольных обогатительных фабрик с целью получения товарного угольного концентрата».

ЛИТЕРАТУРА

1. *Оптико-минералогический анализ илиховых и дробленых проб: Методические рекомендации № 162 / Научный совет по методам минералогических исследований (НСОММИ). М.: ВИМС, 2012. 23 с.*
2. *Скурский М.Д. О вещественном составе углей // Техника и технология горного дела. 2022. № 1. С. 31-82. DOI: 10.26730/2618-7434-2022-1-31-82.*

FEATURES OF ORE MINERALIZATION OF THE ZARMITAN GOLD ORE ZONE

Krivosheeva A.N.¹, Khalmatov R.A.^{1,2}, Oripova N.I.^{1,3}, Kamishov V.S.^{1,4}

1 - Center for Advanced Technologies, Uzbekistan, Tashkent, 0719k.anna.n@gmail.com

2 - Institute of Geology and Geophysics, Uzbekistan, Tashkent

3 - Institute of Mineral Resources, Uzbekistan, Tashkent

4 - National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Uzbekistan, Tashkent

The Zarmitan gold mining zone is located in the North Nurata Mountains of Western Uzbekistan and includes three deposits: Zarmitan, Urtalik, Guzhumay. The most studied are the Zarmitan or Charmitan deposit [Bortnikov; 1996, Graupner; 2010], which was considered as a "gold-quartz" or as a "granitoid – hosted gold deposit" [Abzalov; 2007].

The Zarmitan gold ore zone is located in the western part of the South Tian-Shan orogenic belt or in the Turkestan accretion complex of the Kyzylkum-Nurata segment (Fig. 1).



Figure 1 – Geodynamic conditions and key gold deposits in Tian-Shan [Dolgoplova; 2017]

Tectonically, the zone is confined to the junction of the sublatitudinal Karaulkhona-Zarmitan fault zone with the northeastern, hidden Zirbulak-Koshrabad fault. The mines are located in the southern endocontact of the Koshrabad granitoid intrusive and partially in the sand-shale deposits of the Jazbulak formation (S₁). Ore bodies form vein systems, linear stockworks and slab-like mineralized deposits.

The study of the ores of the Zarmitan, Urtalik and Guzhumay deposits was carried out on polished grinds and briquettes with concentrates isolated from gross samples. They have the highest probability of occurrence of gold, tellurides and other "rare" minerals. The research was carried out on the JXA Superprobe 8800R electron probe microanalyzer at the Institute of Geology and Geophysics, the Carl Zeiss electron microscope (SEM-EDX) at the Center for Advanced Technologies, Tashkent.

It was previously established that the geochemical leaders in the ores of the Zarmitan, Urtalik, and Guzhumay deposits are As-Te-Bi-Au-Sb-Pb-W-Hg [Koneev; 2010]. Gold ores are distinguished, Au:Ag – 2:1 and gold-silver, Au:Ag 1:12. The main vein minerals are quartz, albite, chlorite, sericite, carbonates. Ore minerals are represented by scheelite, pyrite, arsenopyrite, chalcopyrite, sphalerite, galena, tetrahedrite, bismuthine, antimonite. Microanalyzer studies have shown that in addition to native gold, maldonite (Au₂Bi) and aurostibite (AuSb₂) are found. Maldonite forms micro-nanoassemblies with tellurides, sulfotellurides, sulfosols Bi, aurostibite with sulfoantimonides Sb, Pb, Fe, Ag. Bismuth mineralization is isolated in pyrite, arsenopyrite, quartz (Fig. 2, I), antimony also in antimonite, galena (Fig. 2, II).

As a result of the conducted research, it was established that the Au-W, Au-Bi-Te, Au-As, Au-Sb-Ag and Au-W deposits are developed in the Zarmitan, Urtalik and Gujumsay fields with a weak gold-bearing ore type. Au-Bi-Te mineralization is represented by tellurides, sulfotellurides,

Bi-sulfosalts. This type of ore is the main productive gold and developed in all deposits. Au-Sb-Ag is inferior to Au-Bi-Te and its amount increases from Zarmitan to Gujumsay. The most obvious sign of different types of gold ores is the presence of maldonite (Au_2Bi) or aurostibite (AuSb_2).

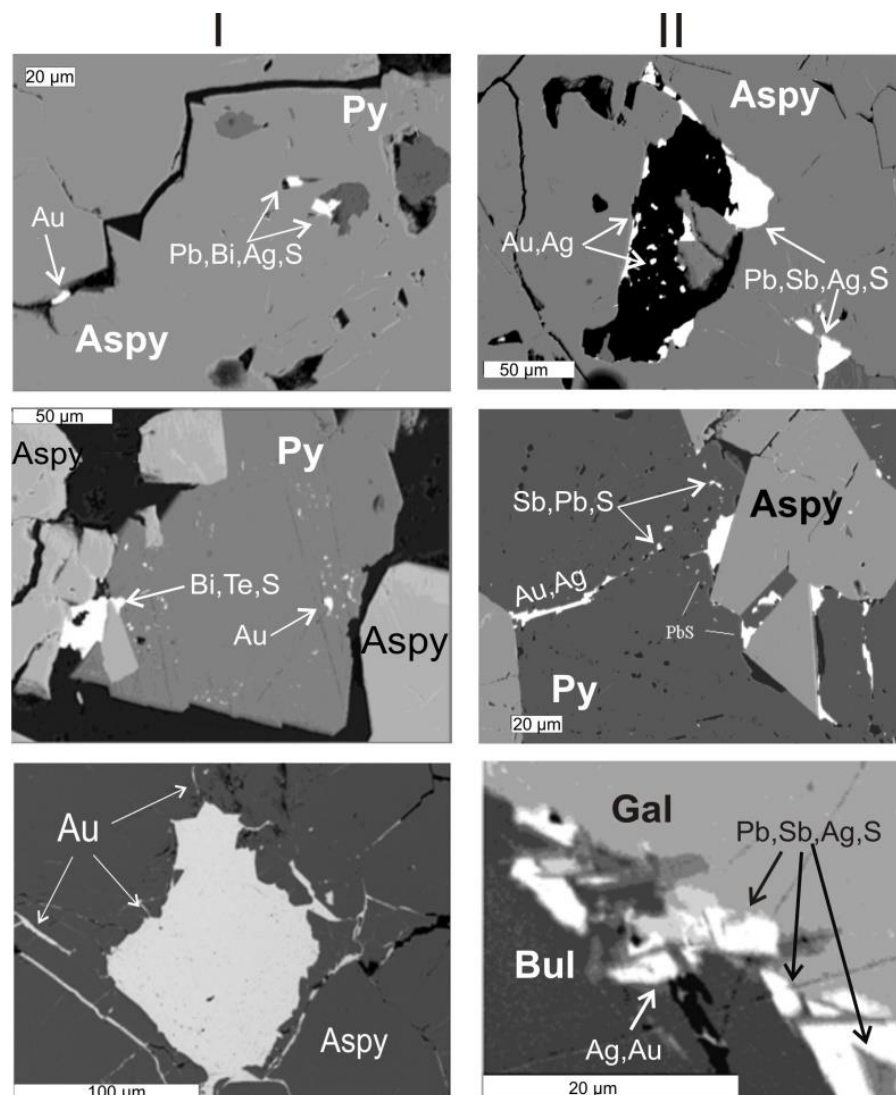


Figure 2 – Micro-nanoassemblies of gold (Au,Ag), bismuth (I) and antimony (II) minerals in arsenopyrite (Aspy), pyrite (Py), galena (Gal) and boulangerite (Bul)

REFERENCES

4. Bortnikov N.S., Prokofyev V.Yu., Razdolina N.V. *Genezis zoloto-kvartsevogo mestorozhdeniya Charmitan* // *Geologiya rudnykh mestorozhdeniy*, 1996, T. 38, №3, S. 238-257
5. Graupner T., Niedermann S., Phede D., Kempe U., Seltmann R., Williams C., Klemm R., *Multiple sources for mineralizing fluids in the Charmitan gold(-tungsten) mineralization (Uzbekistan)*, *Miner Deposita*, 2010, Vol. 45, № 7, pp. 667-682
6. Abzalov M. *Zarmitan granitoid-hosted gold deposit, Tian Shan belt, Uzbekistan* // *Econ. Geol.*, 2007, Vol. 102, pp. 519-532.
7. Dolgoplova A, Seltmann R, Konopelko D, Biske Yu, Shatov V, Armstrong R, Belousova E, Pankhurst R, Koneev R, Divaev A., *Geodynamic evolution of the western Tien Shan, Uzbekistan: Insights from U-Pb SHRIMP geochronology and Sr-Nd-Pb-Hf isotope mapping of granitoids* // *Gondwana Research*, 2017, Vol. 47, pp. 76-109.
8. Koneev R.I, Khalmatov RA, Mun Y.S. *Nanomineralogy and nanochemistry of ores from gold deposits of Uzbekistan. Geology of ore deposits*, 2010 vol. 52, No. 8, pp. 755-766.

ФИЛЬТРАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ПОРОД НЕОГЕН ЧЕТВЕРТИЧНОГО ВОЗРАСТА В РАЙОНЕ ДИГМАЙСКОГО ХВОСТОХРАНИЛИЩА

Курбонов М.Д., Расторгуев А.В.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Геологический ф-т, г. Москва, murod.kurbanov@inbox.ru

Рассматриваются фильтрационные свойства пород неоген-четвертичных отложений, их роль в распространении задержке и накоплении компонентов-загрязнителей подземных вод в районе Дигмайской хвостохранилище.

Хвостохранилище намывного типа расположено в одном из крупных саяв Дигмайской возвышенности и использовалось с 1964 по 1989 гг. для складирования жидких отходов гидрометаллургического завода.

В качестве основы брали материалы изысканий, проведенных в данном районе начиная с 60-е годов прошлого столетия.

Описываемый район в структурном плане относится к юго-западной части Ферганской межгорной впадины и к юго-западной части Ферганского артезианского бассейна. В соответствии с возрастом и литологическим составом пород, условиями залегания и циркуляции подземных вод здесь выделяются следующие водоносные горизонты и комплексы:

- водоносный горизонт современных четвертичных отложений Q_{IV}
- водоносный комплекс средне-верхнечетвертичных отложений Q_{II-III} ;
- водоносный комплекс плиоцен-нижнечетвертичных отложений $N_2 - Q_I$ [5].

Большое значение имеет водоносный комплекс $N_2 - Q_I$, так как Дигмайское хвостохранилище расположено именно в пределах распространения этого комплекса. Водоносный комплекс $N_2 - Q_I$ является первым от поверхности в районе Дигмайской возвышенности. Водовмещающими породами являются трещиноватые выветрелые конгломераты и песчаники с прослоями аргиллитов и глин. Вскрытая мощность комплекса составляет 405 м. Воды комплекса ввиду сложного залегания водовмещающих пород являются напорно- безнапорными. Глубина залегания свободного уровня подземных вод в пределах Дигмайской возвышенности изменяется от 7-50 м в понижениях рельефа до 80-100 м и более метров на возвышенных участках. Вскрытая мощность комплекса более 100 м.

Водообильность комплекса можно охарактеризовать следующими параметрами.. Дебиты скважин колеблются от 0,2 до 7,0 л/сек, удельные дебиты 0,01-0,7 л/сек. Коэффициент фильтрации песчаников и конгломератов 0,06-2,7 м/сут, сильно выветрелых конгломератов – до 18 м/сут.

Определение фильтрационных параметров водоносного комплекса основано на результатах опытно-фильтрационных работ, проведенных в более чем в 30 скважинах. Фильтрационные параметры были определены экспресс-наливами и кустовыми откачками.

Опыт показывает, что Дигмайская возвышенность имеет различные водопроводимость из-за своей разнообразной литологии. Коэффициент водопроводимости северного крыла равен 40 м²/сут, тогда как водопроводимость пород в ядре складки составляет 500 м²/сут. Породы замка складки обводнены только в нижней части. Контакт пород крыла складки (конгломератов) и пород, залегающих в ядре (глины, аргиллиты и песчаники), приходится на перегиб складки, что является тектонически ослабленной зоны с повышенной водопроводимостью.

При проектировании хвостохранилища, вероятно, рассчитывали на то, что северо-западное крыло складки окажется барьером, однако загрязнение в наблюдательных скважинах в долине р. Сыр-Дарья оказалось уже в первые годы эксплуатации. Породы $N_2 - Q_I$ комплекса являются трещиноватыми, обводненными, и не могут быть непроницаемым барьером для задержки распространения загрязнения из хвостохранилища.

Барьерная роль проявлялась в том, что содержание сульфатов уменьшалось в 50 раз по сравнению с хвостами. Для оценки воздействия хвостохранилища на подземные воды и р.Сыр Дарья в настоящее время авторы разрабатывают геомиграционную модель.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боровский Б.В., Самсонов Б.Г., Язвин Л.С. *Методика определения параметров водоносных горизонтов по данным откачек*. Москва.: «Недра», 1979.
2. Всевожский В.А. *Основы гидрогеологии*. Москва. 2007.
3. *Гидрогеология СССР, том 41 «Таджикская ССР»*. М.: «Недра», 1972.
4. Грабовников В.А., Самсонов Б.Г., Манукян В.А. и др. *Гидрогеологические и геофизические исследования по заказу 48-04*. Москва. 1962.
5. Кокорина В.А. *Отчет о результатах гидрогеологических работ на объекте заказа 4804 (1986-1990)*. Чкаловск. 1990.
6. Подвальный С.И. *Отчет о результатах инженерно-гидрогеологических работ, проведенных на участке хвостохранилища «Д»*. Чкаловск. 1989.

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ КОЛЛЕКТОРСКИХ ГОРИЗОНТОВ МЕЗОЗОЙСКО-КАЙНОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ АФГАНО-ТАДЖИКСКОЙ ВПАДИНЫ В СВЯЗИ С ИХ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬЮ

Рахимов Ф.А., Мавлони С.Р.

Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии НАНТ,
г. Душанбе, firuzrahimov89@gmail.com

В Таджикистане большинство исследователей под Афгано-Таджикской впадиной (АТВ) понимают сугубо территорию Юго-Западного Таджикистана и Северного Афганистана. Некоторые исследователи [Туаев; 1960] предлагают эту территорию назвать Верхнеамударьинской впадиной, включая в нее некоторые территории Мургабской впадины Туркменистана. Существуют суждения, что необходимо разделить узбекскую и таджикскую части раздельно, соответственно на Амударьинскую и АТВ [Лебзин; 1972].

Авторы этой статьи к АТВ относят следующие геоструктурные элементы: мегаантиклиналь ЮЗ Гиссара (с Байсунским прогибом), Сурхандарьинская мегасинклиналь, Кафирниганская мегаантиклиналь, Вахшская мегасинклиналь, Обигармская мегаантиклиналь, Кулябская мегасинклиналь. Эти тектонические элементы продолжают на территории Афганистана, изменяя простирание с СВ на СЗ. Особняком на севере бассейна выделяется Предгиссарский (Душанбинский) прогиб субширотного простирания. Общая площадь этих территорий составляет порядка 90 тысяч км².

В осадочном чехле АТВ выделяется четыре нефтегазоносных комплекса: палеогеновый, верхнемеловой, нижнемеловой, юрский, в которых выделяется 21 продуктивных пористо-проницаемых горизонтов.

Палеогеновый, преимущественно нефтеносный комплекс, сложен глинисто-карбонатными и сульфатными образованиями палеоцена и эоцена мощностью 200-650 м, в которых выделяется пять коллекторских горизонтов – I, Ia, II, III, IV. Открытая пористость карбонатных коллекторов колеблется от 5-7% до 20-23%. Наиболее низкие значения пористости установлены на площади Пушиони джануби – до 0,7%. Проницаемость изменяется в пределах 0,1-10,0 мД. Суммарная мощность палеогеновых коллекторов составляет 129-180 м. В западном направлении отмечается сокращение их мощности до 50-79 м.

В верхнемеловом комплексе выделяется шесть пористо-проницаемых горизонтов (У-Х), среди которых развиты преимущественно карбонатные коллекторы. На месторождениях

АТВ продуктивными являются У, IX и X горизонты. Из IX-X горизонтов на месторождениях Душанбинской зоны (Андигон, Комсомольск) получен газ и конденсат. В Вахшской зоне на месторождении Сурхсимо У горизонт газоносный.

Открытая пористость карбонатных коллекторов верхнего мела достигает 6-12,8%, проницаемость же – сотых долей мД. Пористость песчаников сеномана в Душанбинской зоне составляет 20,5-26,4%, а максимальная проницаемость – 350 мД. В восточном направлении происходит значительное ухудшение коллекторских свойств верхнемелового комплекса. Мощность коллекторов изменяется от 60-70 м на восточном борту впадины до 210-240 м в центральной части впадины. В западном направлении наблюдается уменьшение мощности до 130-150 м.

Нижнемеловой газоносный комплекс представлен преимущественно песчано-алевролитовыми образованиями общей мощностью 500-1100 м. В этом комплексе выделяется пять коллекторских горизонтов (XI, XIa, XII, XIII, XIV).

Открытая пористость коллекторов нижнего мела изменяется от 3 до 10-19% при проницаемости до 20-30 мД. Более высокие показатели характерны для разрезов Душанбинской зоны и южной части Кафирниганской зоны. К востоку (Кулябская и Оби гармская зоны) коллекторы имеют низкие значения пористости (2,5-6,2%) и проницаемости (0,01 мД). Суммарная мощность коллекторов нижнего мела увеличивается в направлении с запада на восток от 200-300 м до 350-700 м.

В объеме юрских отложений выделяются 5 коллекторских горизонтов: ХУI, ХУII, ХУIII, XIX (нижняя юра) и ХУ (верхняя юра). Продуктивность нижнеюрских коллекторов на территории таджикской части АТВ пока не установлена. Газоносность карбонатного ХУ горизонта установлена в Душанбинском прогибе. Их пористость колеблется в пределах 1,5-5,4%, проницаемость от 0,1 до 11,7 мД. Мощность варьирует в пределах 40-220 м. Изучение литолого-фациальных особенностей вскрывших скважинами осадочной толщи в пределах АТВ показывает, что, начиная с территории Обигармской антиклинальной зоны на восток, происходит фациальное замещение карбонатов верхней юры на терригенные образования с редкими прослоями эвапоритов [Тимофеев; 1976]. Возможно, это обусловлено тем, что океанические воды Тэтиса не доходили до этой части АТВ.

Доказанная продуктивность I, IIa, II, IV, У, IX, X, ХУ горизонтов на месторождениях Сафедкух, Камарборик, Сурхсимо, Андигон и Комсомольск, а также наличие прямых признаков нефтегазоносности, полученных в результате бурения на глубокопогруженных структурах Северный Кичикуртабоз, Куйбышев, позволяют надеяться на обнаружение новых промышленных скоплений углеводородов в АТВ, несомненно, являющейся высокоперспективной для дальнейшего продолжения поисков нефти и газа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лебзин Е.В. Палеотектонические условия формирования крупных структурных элементов и связанных с ними зон нефтегазоаккумуляции Афгано-Таджикской впадины и смежных областей. //Проблемы нефтегазоносности Таджикистана. Душанбе, 1972. Сборник 4. С.3-34.
2. Тимофеев П.П., Мавлянов С.Р. Палеогеография нижне – и среднеюрского времени накопления угленосных отложений Гиссарского хребта. //Литология и полезные ископаемые. 1976. № 3. С. 17-22.
3. Туаев Н.П. Вопросы нефтегазоносности Средней Азии. //Геология нефти и газа. 1960. № 6. С. 43-46.

USE OF REFRACTION AND SURFACE WAVE SEISMIC IN VS30 ESTIMATION

Mamarozikov T.U.¹, Zakirov A.Sh.², Yusupov D.D.¹

1 – Institute of Seismology of the Academy of Sciences Republic of Uzbekistan, Tashkent,
timur.mamarozikov@yandex.com

2 – Center for Advanced Technologies, Uzbekistan, Tashkent

Parameter Vs30 - the average speed of propagation of a shear wave in a 30-meter soil thickness, is one of the key parameters for assessing the parameters of vibrations on the day surface under seismic influence, which is assessed during seismic microzoning. Traditional methods used to study the depth-velocity characteristics of the soil mass are methods based on the study of the propagation of body waves, described in regulatory documents, such as the refracted wave method, vertical seismic profiling and the reflected wave method. At the same time, in the last decade, the method of multichannel analysis of surface waves (MASW) has gained wide popularity in publications and has found application in various fields [Ovsyuchenko; 2013, Kalinina; 2014, Mahvelati; 2017, Socco; 2010].

To assess the Vs30, seismic exploration work was carried out using refraction seismic and MASW.

To carry out geophysical work using the MPV method in a modification of seismic tomography, an observation system with a receiving arrangement of 24 channels, with a step of geophones 5 m, source - 30 m, was used (figure 1). The seismic signal was excited and recorded according to the Y-Y scheme; a sledgehammer weighing 8 kg was used as a source.

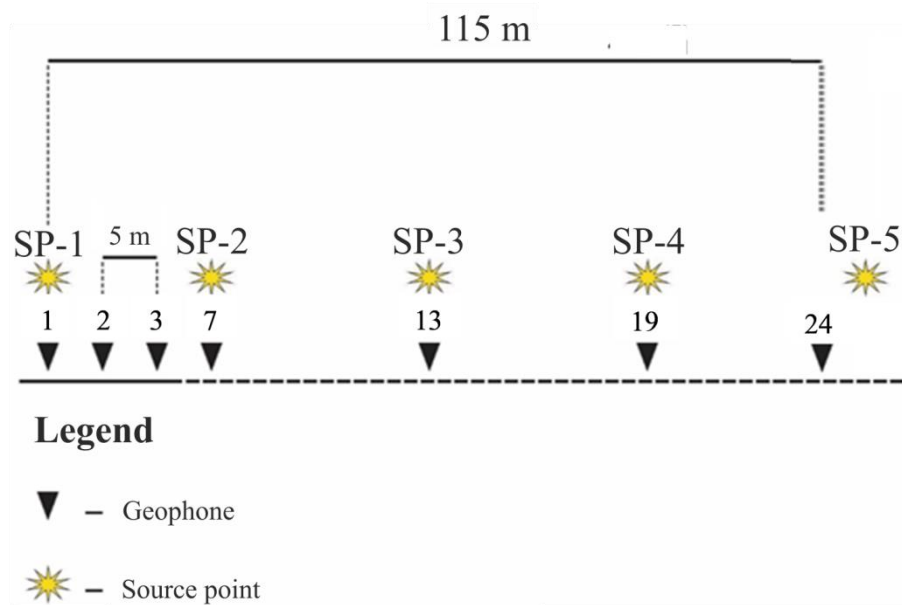


Figure 1. Observing system

Geophysical observations using the MASW method were carried out using a similar receiving arrangement, the observation system was flank, the oscillation excitation and reception scheme was Z-Z [Park; 1999, Mamarozikov; 2023].

As a result of the study, depth-velocity models were obtained based on MASW and refraction data, which have similar characters and repeat each other. Noticeable differences arise at depths where there is weak ray coverage and on sections with a velocity inversion manifested in MASW data. Using the data from two methods, the Vs30 parameter was estimated (Figure 2).

The graph has a linear character; according to the refraction seismic data, Vs30 turns out to be a larger value than on the MASW data, which is due to the work of the inversion algorithms and the

nature of the method. As a result of the studies, it was revealed that the Vs30 values obtained by both methods have similar values.

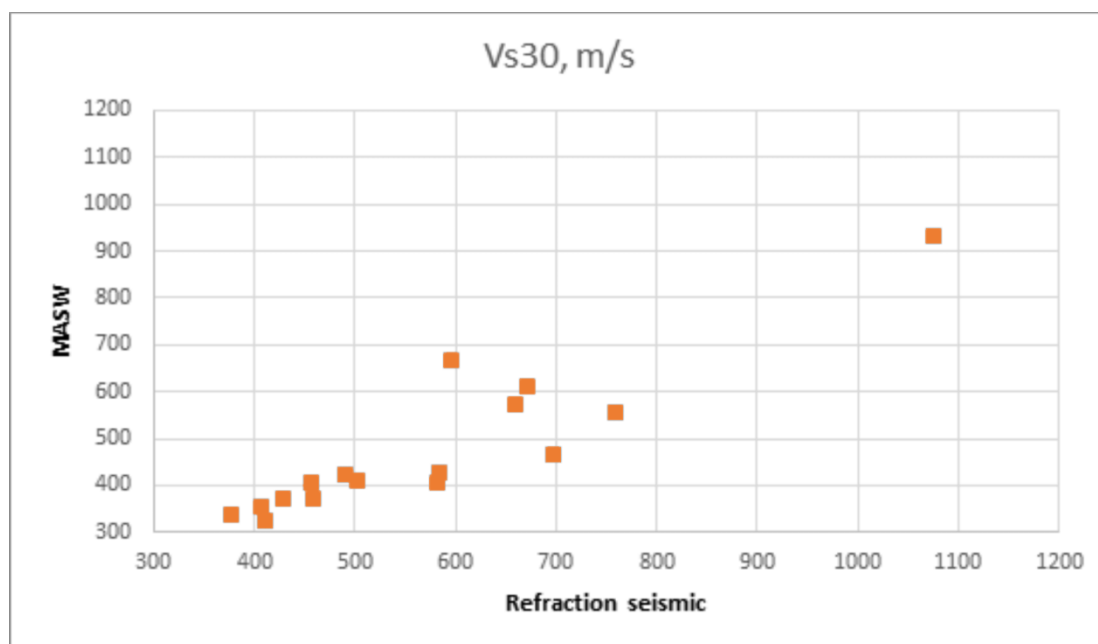


Figure 2. Comparison of Vs30 by MASW and refraction seismic

REFERENCES

1. Ovsyuchenko A. N., Kalinina A. V., Ammosov S. M. [et al.] The use of seismic exploration by the MASW method in seismotectonic studies (on the example of the Russian Far East) // Engineering surveys. – 2013. – No. 2. – P. 38-48. (In Russian)
2. Kalinina A. V., Ammosov S. M. Study of velocity characteristics of soils using the MASW method for seismic microzoning problems // Questions of engineering seismology. – 2014. – T. 41, No. 4. – P. 67-77. (In Russian)
3. Mahvelati, Siavash & Coe, Joseph. (2017). The Use of Two-Dimensional (2D) Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW) Testing to Evaluate the Geometry of an Unknown Bridge Foundation. 10.1061/9780784480441.069.
4. Rahman, Mohammad Anisur & Islam, Md. Aminul & Esha, Bushra & Sultana, Nahida & Chakravorty, Sujan. (2018). Consumer buying behavior towards online shopping: An empirical study on Dhaka City, Bangladesh. 5. 1-22. 10.1080/23311975.2018.1514940. (In Russian)
5. Socco, Laura Valentina & Foti, Sebastiano & Boiero, Daniele. (2010). Surface-wave analysis for building near-surface velocity models --- Established approaches and new perspectives. Geophysics. 75.10.1190/1.3479491.
6. Park, C. B., R. D. Miller, and J. H. Xia, 1999, Multichannel analysis of surface waves: Geophysics, 64, 800-808.
7. Mamarozikov, T.U. Determination of Vs30 according to multichannel analysis of surface waves in the territory of the Yangi Andijon massif, Uzbekistan / T. U. Mamarozikov // Forum of young scientists of the CIS member states "Science without borders": Collection of materials, Nizhny Novgorod, November 01–04, 2022. Volume 1. - Moscow: Autonomous non-profit organization for promoting the development of innovative activities "Center for Scientific and Technical Solutions", 2023. - P. 110-111. – EDN EMXXXR (In Russian).

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СТРУКТУР И СВОЙСТВ МИНЕРАЛОВ И МАНТИЙНЫХ ФАЗ

Марченко Е.И., Еремин Н.Н.

МГУ имени М.В. Ломоносова, Геологический ф-т,
г. Москва, marchenko-ekaterina@bk.ru

На сегодняшний день методы компьютерного моделирования структуры и свойств минералов и мантийных фаз являются достаточно мощным инструментом для решения ряда кристаллохимических задач в области наук о Земле. Современные методы моделирования периодических кристаллических структур можно разделить на атомистические, квантово-химические и алгоритмы с применением искусственного интеллекта (в том числе эволюционные подходы). При этом важным аспектом при моделировании являются методы представления структурной информации в машиночитаемом виде и структурные дескрипторы, которые зачастую сами по себе являются вполне самостоятельным инструментом для анализа и выявления корреляций состав-кристаллическая структура – свойства. В настоящей работе продемонстрированы подходы к решению современных актуальных кристаллохимических задач с использованием различных методов моделирования кристаллических структур.

С применением инструментов топологического кристаллохимического анализа (метода разбиения пространства на полиэдры Вороного-Дирихле) показано, что для экспериментально расшифрованных структур минералов группы тетраэдрита существует взаимосвязь заселенностей анионных кристаллографических позиций в структурах с их эффективными размерами [1]. Впервые теоретически показано, что содержание крупного иона серы и ее дефицит влияют на параметр элементарной ячейки. Установлена линейная корреляция объема полиэдров Вороного-Дирихле и анионной позиции S^{2-} с параметром элементарной ячейки в минералах группы тетраэдрита, что показывает, что анионная подструктура диктует структурный мотив в этом классе соединений.

Методы атомистического моделирования зарекомендовали себя при решении задач, связанных со свойствами смешивания твердых растворов минеральных фаз при различных температурах и давлениях, моделированием малых концентраций примесных дефектов по различным схемам дефектообразования и полиморфных переходов. Так, например, на основании данных атомистического моделирования проанализированы различные схемы изоморфного вхождения ионов K^+ , Na^+ и Cr^{3+} в кристаллические структуры $CaSiO_3$ и $MgSiO_3$ при высоких давлениях и температурах, соответствующих верхней мантии Земли. При данных P - T параметрах проведена оценка содержания K^+ , Na^+ и Cr^{3+} в кристаллических структурах этих фаз [2], [3]. Рассмотрены свойства смешивания твердых растворов постшпинелевых фаз $CaCr_2O_4$ – $CaAl_2O_4$, $CaCr_2O_4$ – $CaFe_2O_4$, $MgCr_2O_4$ – $MgAl_2O_4$, $MgCr_2O_4$ – $MgFe_2O_4$ с учетом полиморфных переходов при высоких температурах и давлении [4]. В рамках полуэмпирического метода проведена количественная оценка распределения редкоземельных элементов в минеральных фазах верхней части нижней мантии [5]. Результаты моделирования были верифицированы экспериментально. Продemonстрирован также подход по изучению радиационной стойкости минералов монацита и ксенотима с использованием разработанной полуэмпирической модели потенциалов межатомного взаимодействия. Показано, что новый набор межатомных потенциалов обеспечивает отличное описание кристаллических структур монацита и ксенотима с примесями лантаноидов и с хорошей точностью воспроизводит упругие и термодинамические свойства кристаллов [6].

С использованием методов эволюционного моделирования проведен поиск кристаллических структур стабильных фаз в системе CaO – Al_2O_3 [7] в диапазоне давлений 24–136 ГПа. Показано, что только фаза состава $CaAl_2O_4$ со структурным типом $CaFe_2O_4$ является стабильной в этих термодинамических условиях. Построена фазовая диаграмма

CaAl_2O_4 при низких давлениях, выявлены все возможные фазовые переходы. Кроме того, с помощью методов эволюционного моделирования уточнена кристаллическая структура метастабильной фазы «Са-III» по экспериментальной дифрактограмме.

Таким образом, на сегодняшний день методы компьютерного моделирования минералов и минеральных фаз позволяют решать нетривиальные кристаллохимические задачи в области наук о Земле и существенно дополняют экспериментальные данные.

ЛИТЕРАТУРА

1. Любимцева Н.Г. и др. // ДАН. Науки о Земле. 2023. 512. 1. С. 5-10; *Doklady Earth Sciences*. 2023. 512. P/824-828.
2. Еремин Н.Н. и др. // ДАН. Науки о Земле. 2019. 488. 5. С. 530-533; *Doklady Earth Sciences*. 2019. 481. 1. P. 807-809.
3. Марченко Е.И. и др. // ДАН. Науки о Земле. 2019. 487. 2. С. 76-78; *Doklady Earth Sciences*. 488. 2. P. 1203-1206.
4. Marchenko E.I. et al. // *Doklady Earth Sciences*. 2024. DOI: 10.1134/S1028334X23603735.
5. Tamarova et al. // *Minerals*. 10. 3. P. 262-275.
6. Eremin N.N. et al. // *Comp. Mat. Sci.* 2019. 157. P. 43-50.
7. Marchenko et al. // *Phys. and Chem. of Minerals*. 2022. 49. 44.

ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА РЕСУРСАМИ ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Маслов А.А., Байдарико Е.А., Барановская Е.И., Глухова С.А., Гриневский С.О., Лехов В.А., Преображенская А.Е., Расторгуев А.В., Самарцев В.Н., Сорокоумова Я.В., Спиридонов А.В., Филимонова Е.А., Харитонова Н.А., Поздняков С.П.

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,
геологический ф-т, г. Москва, maa20070@yandex.ru

Источниками водоснабжения Республики Крым сегодня являются поверхностные воды водохранилищ и подземные воды, добываемые скважинами и каптажами.

Ранее более 80 % потребности региона в воде обеспечивалось за счет днепровской воды, поступающей по Северо-Крымскому каналу (СКК). Днепровская вода подавалась для орошения сельскохозяйственных культур, водоснабжения городов Симферополя, Керчи, Феодосии, Судака, Щёлкино и сельских населенных пунктов Ленинского района. После прекращения подачи воды по СКК в 2014 г. с украинской стороны на полуострове возникла проблема дефицита пресной воды, потребовавшая принятия неотложных мер по разработке новых схем обеспечения водой Республики Крым и города Севастополя.

Общий расход днепровской воды по СКК, который начал функционировать в 1963 г., составлял (по оценкам за период 1975-1991 гг.) около 2 097 млн. м³/год (5,7 млн. м³/сут). Запасы подземных вод, учтённые в настоящее время Государственным балансом запасов, составляют 1,185 млн. м³/сут. Существенная доля этих запасов была оценена и учтена в ранее существовавшей водохозяйственной обстановке – в условиях фильтрационных потерь воды из СКК.

Существенной особенностью выполненной оценки обеспеченности Крымского полуострова ресурсами пресных подземных вод является учёт принципиального изменения водохозяйственной обстановки с 2014 г. – перекрытие СКК, роль которого, в том числе, в формировании ресурсов подземных вод северной, центральной и восточной частей полуострова Крым на площади орошаемых земель порядка 300-400 тыс. га преобладающая, главным образом, за счет фильтрационных потерь воды из него, составляющих не менее 40-50% (по некоторым оценкам до 70%).

В условиях принципиального изменения водохозяйственной обстановки с 2014 г. общий отбор подземных вод практически монотонно увеличивался примерно с 200 тыс. м³/сут в 2015 г. до порядка 500 тыс. м³/сут в 2021 г. Так, общий отбор подземных вод в 2021 году составил 487,812 тыс. м³/сут (в 2020 г. – 461,572 тыс. м³/сут), из них 370,586 тыс. м³/сут из утвержденных запасов, т.е. более 117 тыс. м³/сут отобрано на участках недр с неутвержденными запасами подземных вод.

Согласно данным, содержащихся в «Информационном бюллетене о состоянии недр территории Южного федерального округа Российской Федерации за 2022 год» [1], негативное воздействие увеличения водоотбора, составившего в 2018 г. 332,692 тыс. м³/сут (в 2017 г. - 221,213 тыс. м³/сут), проявилось в увеличении содержания хлоридов (до 28 ПДК) и сульфатов в водоносном горизонте сармат-мэотис-понтических отложений в Краснопереконском районе.

Оценка обеспеченности потребностей населения ресурсами подземных вод для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения выполнена в сложившейся к 2023 г. водохозяйственной обстановке при фактической эксплуатационной нагрузке на подземные воды и отсутствии подачи днепровской воды по СКК.

При определении перспективной потребности в подземных водах за основу взят комплексный градостроительный документ - Единая схема водоснабжения и водоотведения Республики Крым, утверждённая в редакции постановления Совета министров Республики Крым от 15.11.2021 № 682.

Удовлетворение дефицита текущей и перспективной потребности предложено за счет части ресурсного потенциала подземных вод территории Республики Крым, оценка которой выполнена гидрогеодинамическим методом с использованием созданной гидрогеодинамической модели Крымского полуострова.

Принятая гидрогеологическая стратификация разреза позволила учесть в созданной гидрогеодинамической модели Крымского полуострова:

- запасы, стоящие на государственном учете;
- фактический и разрешенный водоотбор.

Разработана модель формирования инфильтрационного питания подземных вод с учетом трансформации осадков на поверхности земли и влагопереноса в зоне аэрации.

Учтено районирование территории по условиям формирования инфильтрационного питания: ландшафт (лес, поле и т.д.), рельеф (экспозиция, крутизна и т.д.), тип почв, составу пород зоны аэрации.

В результате получена типизация условий формирования инфильтрационного питания на территории Крымского полуострова, объединяющая 610 типовых районов формирования инфильтрации для 8 климатических зон.

Оценка естественных ресурсов составила 1,1 млн. м³/сут.

С учетом определения перспективной потребности только для централизованных систем водоснабжения по муниципальным образованиям Республики Крым, прежде всего, выполнена оценка части ресурсного потенциала подземных вод территории Республики Крым, покрывающая дефициты в подземных водах для удовлетворения перспективной потребности централизованных систем водоснабжения, при следующих условиях:

- решение обратной гидрогеодинамической задачи на 2021 год показывает, что при интенсификации добычи подземных вод на некоторых участках возможный приток из моря угрожает развитием интрузий морских вод, фактически требуется сохранить существующую разгрузку в море по всему периметру полуострова;

- в результате анализа гидрогеохимических условий во всех эксплуатируемых интервалах разреза составлена схема участков, перспективных для организации дополнительных точек отбора подземных вод – локализации ресурсного потенциала;

В результате проведенных исследований оцененная часть ресурсного потенциала подземных вод, характеризующего суммарное количество прогнозных ресурсов и запасов,

составила не менее 693 тыс. м³/сут, что составляет около 64% оцененной величины естественных ресурсов подземных вод Крымского полуострова и, по-видимому, близко к верхней границе ресурсного потенциала Крымского полуострова при отсутствии переброски стока с материка через СКК.

Для устойчивой эксплуатации существующих водозаборов подземных вод и использования ресурсного потенциала, требуется изменить подход к оценке и переоценке запасов подземных вод на территории Крыма и оперативного управления водоотбором из крупных централизованных водозаборов. Все водохозяйственные решения следует разрабатывать и применять на основе модельно-ориентированного подхода с использованием постоянно действующей региональной геофильтрационной модели подземных вод полуострова. В качестве базы для создания такой модели может быть использована созданная гидрогеодинамическая модель Крымского полуострова.

ЛИТЕРАТУРА

1. Информационный бюллетень о состоянии недр территории Южного федерального округа Российской Федерации за 2022 год. – Выпуск 18. – Ессентуки : ФГБУ «Гидроспецгеология», Южный региональный центр ГМСН. – 2023. – 327 с.

ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАБАТЫВАЮЩАЯ СИСТЕМА ГИДРОРЕЖИМНЫХ ДАННЫХ «ДАЙВЕРОВ»

Мирахмедов Т.Д

Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека,
Факультет геологии и инженерной геологии,
г. Ташкент, miraxmedov_td@nuu.uz

Резкое увеличение использования земельных ресурсов для орошения крупных территорий приводят к изменению геологической среды, формированию и активизации инженерно-геологических и гидрогеологических процессов и явлений. В частности, подъем УГВ, подтопление территории, загрязнение подземных вод, вторичное засоление почвы, просадка отложений, развитие оврагов и др. требуют огромных затрат для восстановления природного равновесия. Примером может служить сложившаяся ныне критическая геолого-экологическая обстановка в Приаралье. Крупные ошибки в использовании водных ресурсов привели к ухудшению экологической и санитарной обстановки региона. Увеличение орошаемых массивов в Средней Азии и Казахстане, нерациональное использование поверхностных вод обусловили катастрофическое уменьшение стока рек Амударьи и Сырдарьи в низовьях, что привело почти прекратился к высыханию Аральского моря.

Обширное обсохшее дно моря стало крупным очагом современного соли накопления и интенсивного выноса соленой пыли в окружающее пространство. Чрезмерная химизация орошаемых полей и сброс неочищенных сточных и коллекторно-дренажных вод в реки привели к загрязнению и солению поверхностных водоисточников и единственного источника питьевой воды Приаралья - пресных линз глубоко залегающих подземных вод. Кроме того, на орошаемых массивах Приаралья активизируются процессы подтопления территории и вторичного засоления земель.

Поэтому охрана окружающей среды и рациональное использование ее ресурсов в настоящее время являются одной из основных проблем рассматриваемого региона.

Для целей охраны и рационального использования геологической среды ДК институтом «ГИДРОИНГЕО» ДУК «Узбекгидрогеология» Министерство горного дела и геологии РУз Организованы системы мониторингов, представляющие собой систему

наблюдений, прогноза, контроля и управления техногенными изменениями геологической среды, в частности за УГВ и химическом составе подземных вод – режимные исследования.

Гидрогеологические организации в настоящее время нуждается в своевременном доступе к информации. Ценность информации в современном мире очень высока. Роль распорядителей информации в современном мире чаще всего выполняют базы данных. Базы данных обеспечивают надежное хранение информации в структурированном виде и своевременном доступе к ней и организация нуждается в базе данных, удовлетворяющей те или иные потребности по хранению, управлению и администрированию данных.

Измерение и получение гидрогеологических параметров в режимных скважинах до сих пор осуществляется ручным способом. В настоящее время появилась возможность измерения и получения гидрогеологических параметров в режимных скважинах в автоматизированном виде, устанавливая в скважине техническое устройства «Дайвер».

Имеется три типа дайверов: Water Diver, Baro Diver и CTD, которые позволяют определить и записать гидрогеологические информации в компьютер в виде файлов в момент (время) измерения, например 24.11.2020 15:00:00, т.е. за месяц можно получить несколько подобной информации. При этом накапливается гидрогеологическая информация в виде отдельных файлов. Возникает необходимость накапливание этой информации в виде единой автоматизированной информационно - обрабатываемой системы (АИОС), т.е. базы данных, которая позволила гидрогеологу в автоматизированном виде получить режимные гидрогеологические информации в скважинах и месторождениях подземных вод по разработанным стандартным запросам (таблицы, графики, статистические характеристики гидрогеологических параметров и справочные информации) пользователя.

Создание и ведение АИС - банка гидрогеологических данных, полученных из дайверов на ПЭВМ, позволяет автоматизировать процесс сбора, хранения, обработки, многоаспектного поиска и оперативной выдачи справочной, фактической и оценочной информации в скважинах и месторождениях подземных вод.

В процессе обработки информации и выполнения оттранслированных предписаний (интерпретации) система осуществляет следующие основные функции:

- Накопление и обновление массива сообщений;
- Поиск в массиве сообщений;
- Формирование ответа на запрос;
- Преобразование данных, полученных в результате поиска, в форме удобном для оформления документов;
- Обработке и обобщение информации.

Общая структура (логическая схема) математического обеспечения ИОС состоит из монитора системы (управления), информационного обеспечения, программного обеспечения, входные документы, база данных и выходные документы (результаты поиска и обработки информации - таблицы, графики, статистические характеристики гидрогеологических информации и справочные информации [Абуталиев; 1999]).

Настоящая система разработана на языке программирования Delphi. База данных создавалась на IVExpert. Все запросы пользователей системы разработано с использованием языка SQL. Среда разработки Delphi предоставляет набор простых в использовании инструментов, позволяющих быстро разрабатывать сложные проекты, создавая удобный пользовательский интерфейс. Информационные обеспечения системы (ИОС), эта информации дайверов Water Diver, Baro Diver и CTD Diver Water Level Sensor [Джуманов; 2016].

При изучении гидрогеологической информации с дайверов, получаем информацию в виде нескольких файлов. Здесь основная задача в том, что при вводе этой информации в систему, система в автоматизированном виде должна определить тип информации дайверов и компенсировать эту информацию. Гидрогеологические информации дайверов служат

исходными данными (входными документами) для ИОС.

При обработке и запросе информации в базы данных вычисляются статистические характеристики гидрорежимных параметров: математическое ожидание или среднее арифметическое значение, дисперсия, среднее-квадратическое отклонение, коэффициент вариации, асимметрия, эксцесса и их оценки для определения нормальности распределения параметров, коэффициент парной корреляции $r(x, y)$ и уравнения регрессии (линейная). Коэффициенты корреляции рассчитываются для определений тесноты взаимосвязи между двумя какими-либо характеристиками одного и того же объекта. ИОС работает в диалогом режиме с пользователями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абуталиев Ф.Б., Мирахмедов Т.Д. Автоматизированная информационно – обрабатывающая система для решения задач геолого-экологического мониторинга. Ташкент: НПО «Кибернетика» АН РУз. 1999г. 39с.
2. Джуманов Ж.Х. Геоинформационные технологии в гидрогеологии. Ташкент: ГПИ институт ГИДРОИНГЕО, 2016г. 258с.

РУДОНОСНОСТЬ АНДЕЗИТОВОЙ ФОРМАЦИИ ОРДУБАДСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ЗОНЫ ЮГА МАЛОГО КАВКАЗА

Мобили Р. Б.

Бакинский государственный университет, Геологический ф-т,
Г. Баку, Азербайджан, argomobili@rambler.ru

Ордубадская складчатая зона юга Малого Кавказа представляющая собой эродированное сводовое поднятие, ядро которого сложено дислоцированными отложениями палеозойского фундамента, характеризуется длительностью и полиэтапностью развития, комплексом синхронных и разновозрастных рудно-магматических систем различных генетических типов. С андезитовой формации вулканогенно-осадочного комплекса пространственно связан ряд крупных месторождений и рудопроявлений, которые расположены в северном борту Ордубадской складчатой зоны Малого Кавказа, протяженностью более 20 км., контролируемые зонами крупных разломов и тяготеют к выходам субвулканов. В формировании толщи этих отложений большое влияние имеет андезитовый вулканизм, который пользуется развитием в предгорной полосе Зангезурского и Даралагезского хребтов.

Отложения андезитовой формации слагают линейные складки вдоль северо-восточного борта Нахичеванской впадины, дислоцированы разрывными нарушениями северо-восточного и северо-западного направления. К ним приурочены многочисленные выходы субвулканических тел андезитов и андезито-дацитов (Алинджачайское, Арафсинское, Сирабское, Нагарджинское, Кагабское и др.). В целом они соответствуют трахиандезитам и трахиандезито-дацитам. Породы характеризуются повышенным содержанием щелочей (8-9%) с преобладанием Na_2O над K_2O .

Меднорудная минерализация и сурьмяно-мышьяковое оруденение локализовано в терригенных отложениях мощностью 40-50 км, которые являются продуктами низкотемпературных гидротермальных растворов субвулканических образований андезитов и андезито-дацитов, о чем свидетельствуют приуроченность месторождений и рудопроявлений на некоторых участках к вулканогенным жерлам (Нагарджин), свидетельствующей о тесной связи процесса вулканизма и рудообразования.

Минералогический состав руд представлен купритом, самородной медью, теноритом, малахитом, азуритом и др., в ассоциации с ним встречаются магнетит и гематит.

Наряду с малахитизированными и азуритизированными обломками встречаются также обломки вторичных кварцитов, иногда ковеллин. Такой характер развития свидетельствует о рудокластическом генезисе оруденений.

Принимая во внимание вышеизложенное, следует отметить, что рудный комплекс андезитовой формации, формировался в основном гидротермальными растворами после вулканических проявлений среднего олигоцена. Оруденение захватило поверхностные части вулканических аппаратов и распространились несколько глубже в зону субвулканических образований. Выдержанность рудоносных горизонтов по протяженности и по мощности, приуроченность рудоносных вулканомиктовых отложений к зоне активизации орогенного пояса, состав и характер оруденения свидетельствует о больших перспективах месторождений и рудопроявлений андезитовой формации Ордубадской складчатой зоны Малого Кавказа.

MAGNETIC PROSPECTING IN THE SEARCH FOR METALLIFEROUS ORE BODIES

Musaev U.T.¹, Alimukhamedov I.M.¹, Zakirov A.Sh.¹, Yanbukhtin I.R.¹, Oripov N.K.², Shukurov Z.M.²

1 – Centre for Advanced Technologies, Uzbekistan, Tashkent, ulugbek-1975@mail.ru

2 – Institute of Seismology, Academy of Sciences of Uzbekistan

On the territory of Uzbekistan, most of the ore fields and mineral deposits that come to the surface today have been explored by prospectors that used a complex of geological and geophysical methods. However, today it is relevant to conduct a more detailed study of ore-promising territories overlain by a sedimentary cover for their prospects, taking into account modern technologies. Moreover, one of the promising methods of prospecting and exploration of minerals is magnetic exploration. It is simple in execution, does not require large expenditures of money and effort, and provides high quality and operational material.

At the Institute of Seismology of the Academy of Sciences of Uzbekistan, within the framework of fundamental and applied research, a technique for conducting high-precision magnetic surveys was developed [1 p. 107-108]. The accuracy of anomaly detection in this case is 0.3-0.4 nT. Numerous local anomalous variations of the geomagnetic field caused by the processes of preparation of strong earthquakes and other processes in the Earth's crust have been revealed. The magnitude of the detected anomalies ranges from 2-3 nT or more. These studies are used in various applied tasks, including prospecting and exploration.

The research area is located in the Farish district of the Jizzakh region. The relief of the research area is diverse and is represented by lowlands, uplands and mountain ranges of Nuratau and Pistaltau.

Magnetic field measurements were carried out using two magnetometers – directly on the study area using the Geometrics G-856AX magnetometer, at the reference point for recording the daily variation of the MV-01 geomagnetic field. The sensitivity of these two magnetometers is 0.1 nT.

The purpose of detailed exploratory magnetic surveys is to determine the size, shape and position of inclusions of rocks with different magnetic properties, exploration of ore deposits, and detailed geological mapping. The survey scales are from 1:2,000 and larger, and the distances between profiles can vary from 10 to 100 m. The distances between the observation points vary from 5 to 20 m depending on the size of the ore bodies, their depth and intensity of magnetization [2 p. 224 - 228].

Magnetometric survey in the research area was carried out using a technique consisting of a combination of stationary regime measurements at a single point (reference station) to record daily

variations of the geomagnetic field. The magnetic survey used a technique of high-precision magnetic surveys, developed and tested at the Institute of Seismology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, consisting of a combination of stationary regime measurements and repeated area surveys [1 p. 107-108]. This technique is highly accurate due to the use of highly sensitive absolute magnetometers and a combination of the above mentioned measurement techniques.

The anomalous field was calculated relative to the reference station located on the western outskirts of Chimkurgan settlement. In choosing a location for the installation of a stationary station, the absence of interference-creating objects and the magnitude of the geomagnetic field gradient were taken into account. The discreteness of measurements of the geomagnetic field at the reference station was 10 minutes, during profile surveys, the discreteness was set to 2 minutes.

Profile measurements of the geomagnetic field were carried out every 50 meters and amounted to 10140 physical observation points. The distance between the profiles was 500 m. The location of the profiles and observation points were determined using a GPS receiver.

Processing and interpretation of the obtained field data was carried out at the Institute of Seismology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan and at the Center for Advanced Technologies, in the Laboratory of Geophysics and Nanomineralogy and consisted in editing the field material and stitching all physical observations according to profiles.

The field data was cross-linked by observation points. The real value of the magnetic field was determined by subtracting the value of the reference magnetometer from the value of the mobile magnetometer.

According to the magnetic field value, graphs of anomalies were constructed (Fig. 2). According to the classification of curves, formulas for calculating the depth to the upper roof, thickness and angle of occurrence of the ore-bearing formation were determined [4 p. 227].

The parameters (top edge depth, width, effective magnetisation) of the magnetically disturbing bodies and their width were calculated from the magnetic anomaly data. These data are summarised in Table 1.

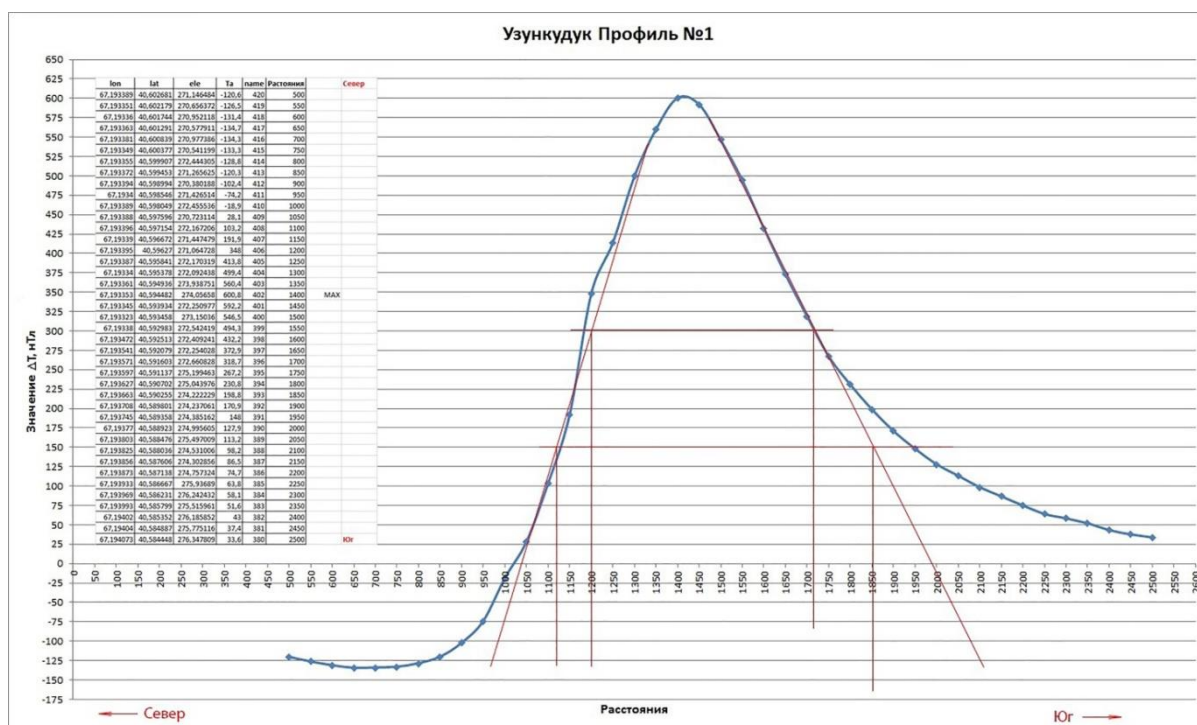


Figure 1. Curve plot of one of the identified magnetic anomalies.

Table 1. Results of interpretation of magnetic anomalies in the Chimkurgan ore occurrence area

№ n/a	Magnetic anomaly numbers	Parameters of magnetically disturbing bodies		
		Roof Depth, H (m)	Width, L (m)	Effective magnetisation, $I \times (10^{-6} \text{ GHS})$
1.	№1	87,5	153	3307
2.	№2	70	115	3646
3.	№3	55	90	2062
4.	№4	60	120	2122
5.	№5	150	250	1256
6.	№6	140	300	974
7.	№7	173	320	1076
8.	№8	100	275	794
9.	№9	200	475	1379
10.	№10	158	375	707

And as can be seen from the table, their roof is located at a depth of 50 to 200 metres. The width varies from 90 to 475 metres, with an average of 120 and 247 metres respectively.

The depth of the roof of the magnet-absorbing bodies increases from west to east. An increase in the width of the bodies is also observed from west to east. The value of effective magnetization decreases from west to east. These data are certainly preliminary. Nevertheless, they are important in order to determine the location and orientation of the iron ore mineralization zone in the study area.

REFERENCES

1. K.N. Abdullabekov, S.H. Maqsudov, A.I. Tuychiev, V.R. Yusupov. *The use of high-precision magnetic reconnaissance to detect low-intensity magnetic anomalies caused by ore, nonmetallic zones, hydrocarbon-containing structures // Problems of seismology in Uzbekistan - Tashkent IS AS AS RUz, 2015, №12, pp. 107-108.*
2. L.A. Gershanok. *Magnetic Prospecting: textbook/ Perm. un. university, 2011. p. 421.*

THE APPLICATION OF SHALLOW SEISMIC EXPLORATION USING THE REFRACTION WAVE METHOD IN THE DETECTION AND MAPPING OF UNDERGROUND STRUCTURES AND ARCHAEOLOGICAL OBJECTS

Otajonova Sh.Kh., Oripov N.K., Yusupov D.D., Vahobov J.A., Abdurakhmanov B.G.
Center for Advanced Technologies, Uzbekistan, Tashkent, shahlootajonova01@gmail.com

The method of Refracted Wave Method (RWM), widely employed in engineering seismic exploration, has gained significant importance in the examination of subsurface structures at shallow depths. Its high precision and efficiency establish it as a pivotal tool for detecting and mapping underground constructions and archaeological artifacts. In the field of archaeology, where the preservation of the integrity of historical artifacts is of paramount importance, the application of the RWM method proves particularly valuable [Frantov; 1966].

The successful application of RWM is demonstrated through the investigation of the Khayrabadtepa settlement, where it facilitated a comprehensive analysis of underground structures at shallow depths. Post-processing of field data allowed to receive depth-velocity wave models.

These models, when coupled with other geophysical data concerning the subterranean structure, furnish essential insights for comprehending historical and archaeological contexts [Zakirov; 2023].

The interpretation of the obtained models revealed anomalies indicative of the presence of subterranean structures or archaeological objects. For example, at depths of 2-3 meters along profile №1 (Figure 1), faint-contrast anomalies were observed. Zones featuring distinctions in the imaging of local heterogeneities, delineated by black dashed lines, underscore variations dependent on wave types. Longitudinal lines afford a more detailed illustration of anomalies compared to transverse ones, a phenomenon potentially linked to the hydrogeological conditions of the area.

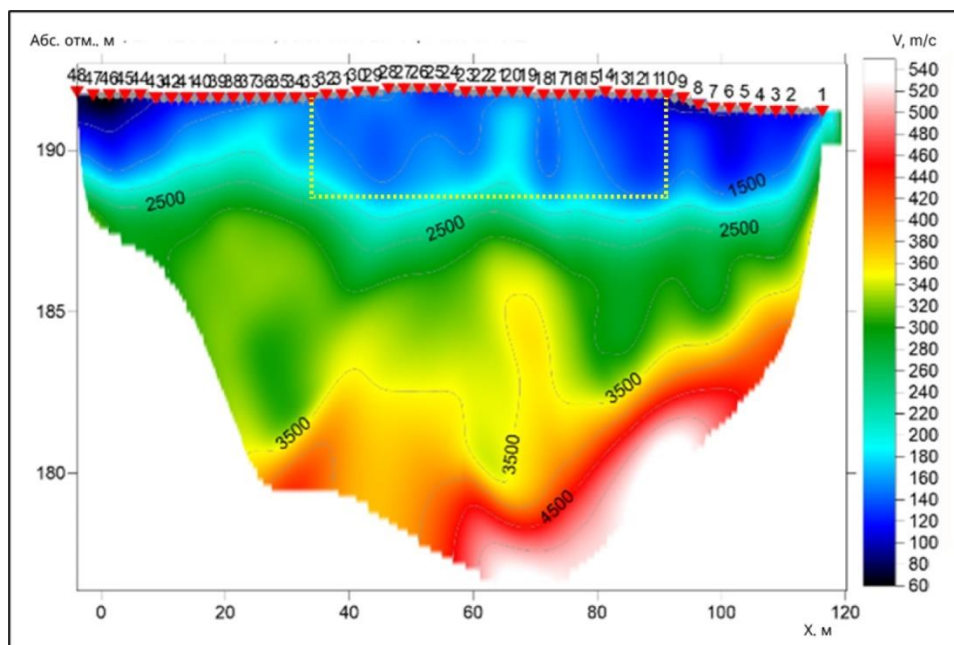


Figure 1 – Depth-velocity models along profiles №1

Furthermore, at depths of 5-6 meters along profile №2 (Figure 2), similar anomalies were identified, signaling a distinctly pronounced object. It is hypothesized that low values correspond to an excavated pit associated with a burial rite. The anomalies identified in the RWM results were corroborated through magnetic and electrical surveys [Zakirov; 2023].

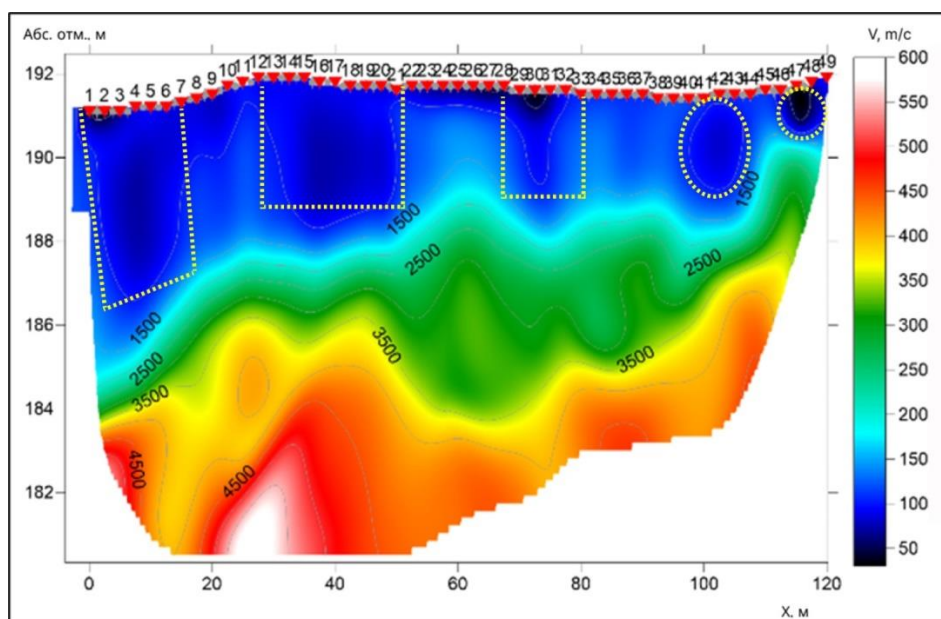


Figure 2 – Depth-velocity models along profiles №2

These findings underscore the efficacy of RWM in detecting underground artifacts at shallow depths, affirming its significance in archaeological investigations. Additionally, the application of RWM enables the preservation of the integrity of historical objects, as it minimizes the impact on archaeological finds in comparison with more destructive methodologies.

REFERENCES

1. Frantov G.S., Pinkevich A.A. *Geophysics in Archaeology*. L.: Nedra, 1966, 212 p.
2. Zakirov A.Sh., Yanbukhtin I.R., Mamarozikov T.U., Alimukhamedov I.M., Omonova F., Musaev U.T., Aripjanov O. *ERT and magnetic surveying: the case study of Khayrabadtepa sattelment (Southern Uzbekistan)*. 2023 IMEKO TC4 International Conference on Metrology for Archaeology and Cultural Heritage, p. 345-349
3. URL: https://macau.uni-kiel.de/receive/macau_mods_00003501

ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ ЗОЛЬНОСТИ УГЛЯ

Пак Д.Ю., Тебаева А.Ю., Пак Ю.Н.

НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова»,
Горный факультет, г. Караганда, Республика Казахстан
pak_kargtu@mail.ru

Известен радиометрический способ определения зольности угля, заключающийся в измерении интенсивности естественного гамма-излучения, испускаемого радиоактивными элементами, находящимися в составе углей [1]. В ископаемых углях естественная радиоактивность в основном обусловлена наличием тяжелых радиоактивных элементов урана, тория и продуктов их распада, а также калия. Установлено, что указанные радиоактивные элементы в основном находятся в породной (золообразующей) части угля. Естественная радиоактивность золообразующей массы угля значительно превышает радиоактивность его органической массы. Это обстоятельство положено в основу оценки количества породной (золообразующей) части угля. Распространенность радиоактивных элементов урана (U-238), тория (Th-232), калия (K-40) в различных горных породах и минералах существенно меняется. [2]. Поэтому естественная радиоактивность углей (интегральная интенсивность естественного гамма-излучения, испускаемого при распаде радиоактивных элементов U-238, Th-232 и K-40) будет зависеть от их содержания в минеральной части угля и от количества породной части в угле, т.е. от зольности, но не является однозначным показателем зольности угля. Погрешность определения зольности угля, оцененная по интенсивности естественного гамма-излучения на примере Донецкого угольного бассейна, составляет около 5-7% абс. [3].

В процессе измерения интегральной интенсивности естественного гамма-излучения с энергией выше 350 КэВ и отношения интенсивности естественного гамма-излучения Th^{232} с энергией 2,62 МэВ к интенсивности естественного гамма-излучения K^{40} с энергией 1,46 МэВ дополнительно регистрируют естественное гамма-излучение радионуклида U-238 с энергией 2,2 МэВ, а зольность угля определяют по интегральной интенсивности естественного гамма-излучения, отношению интенсивности естественного гамма-излучения Th^{232} с энергией 2,62 МэВ к интенсивности естественного гамма-излучения K^{40} с энергией 1,46 МэВ совместно с измеренным отношением интенсивностей естественного гамма-излучения U^{238} и K^{40} .

В общем случае породная (золообразующая) часть угля представляет собой совокупность различных горных пород и минеральных примесей: песчаники, известняки, доломиты, глинистые минералы, различные соли. Как правило, органическая масса углей, кремнистые и карбонатные породы характеризуются низкой естественной

радиоактивностью. Песчанистые и глинистые породы отмечаются повышенной естественной радиоактивностью.

Однозначная связь между естественной радиоактивностью угля (интегральной интенсивностью естественного гамма-излучения) и его зольностью может быть при постоянстве компонентного состава минеральной части угля и постоянном содержании радиоактивных элементов в минеральной части. На практике эти условия, как правило, не выполняются, что ухудшает однозначность интегральной интенсивности естественного гамма-излучения от зольности угля, что повышает погрешность оценки зольности. Поэтому помимо интегральной интенсивности измеряют отношения интенсивностей естественного гамма-излучения Th-232 с энергией 2,62 МэВ к интенсивности гамма-излучения K-40 с энергией 1,46 МэВ. Данное отношение интенсивностей (отношение Th-232 к K-40) является хорошим показателем конкретных геохимических условий образования радионуклидных минералов и пород. Оно служит критерием изменчивости компонентного состава золообразующей массы угля, влияющей на интегральную интенсивность естественного гамма-излучения угля. Однако, экспериментальные исследования, проведенные на высокозольных углях (зольность выше 40%), показали, что определение зольности углей по способу-прототипу дает погрешность более 4 % абс., что недопустимо велико в технологическом отношении. Установлены причины столь высокой погрешности. В высокозольных углях отношение Th-232/K-40 практически слабо дифференцировано при изменении зольности, в особенности для высокозольного интервала. Поэтому отношение интенсивностей естественного гамма-излучения тория-232 и калия-40 не выполняет в полной мере роль корректирующего параметра изменчивости компонентного состава минеральной массы угля.

Анализ компонентного состава породной (золообразующей) части углей Экибастузского и Карагандинского месторождений показал, что в целом наблюдается обратная зависимость между суммой тяжелых золообразующих компонентов (соединения Fe, Ca) и суммой легких компонентов (соединения Al, Si, Mg). В этих соединениях преимущественно содержатся радионуклиды тория-232, калия-40 и в меньшей степени урана-238. Причем установлено, что для высокозольных углей (более 40%) отношение содержания урана и калия меняется почти в 7 раз. Это позволяет скорректировать результаты (интегральную интенсивность естественного гамма-излучения и отношение интенсивностей гамма-излучения тория-232 и калия-40) с учетом дополнительно измеренного отношения интенсивностей естественного гамма-излучения урана-238 с энергией 2,2 МэВ и калия-40 с энергией 1,46 МэВ, характеризующего перераспределение (изменчивость) компонентного состава золообразующей массы угля [4].

Интенсивность естественного гамма-излучения тория-232 с энергией 2,62 МэВ измерялась спектрометром в энергетическом окне (2,2–2,7) МэВ, интенсивность естественного гамма-излучения калия-40 с энергией 1,46 МэВ измерялась в энергетическом окне (1,1–1,6) МэВ, а интенсивность естественного гамма-излучения урана-238 с энергией 2,2 МэВ измерялась в энергетическом окне (1,7–2,3) МэВ. Интегральная интенсивность естественного гамма-излучения угля измерялась при энергетическом пороге дискриминации 0,35 МэВ, обеспечивающим минимальный уровень фонового гамма-излучения.

В процессе испытаний предлагаемого радиометрического способа контроля зольности угля было проанализировано 28 проб, в которых зольность варьировала в интервале (16 - 46) %. На каждой контролируемой пробе угля измерялась интегральная интенсивность естественного гамма-излучения с энергией выше 0,35 МэВ, измерялось отношение интенсивностей естественного гамма-излучения Th^{232} и K^{40} , регистрировалась интенсивность естественного гамма-излучения U^{238} с энергией 2,2 МэВ, а зольность угля определяют по интегральной интенсивности естественного гамма-излучения с энергией выше 0,35 МэВ, отношению интенсивностей гамма-излучения Th^{232} и K^{40} совместно с измеренным

отношением интенсивности естественного гамма-излучения U^{238} с энергией 2,2 МэВ к интенсивности естественного гамма-излучения К-40 с энергией 1,46 МэВ.

Предлагаемый радиометрический способ контроля зольности угля характеризуется повышенной точностью (меньшей погрешностью) в большом диапазоне вариаций зольности (в особенности для высокозольных углей), что существенно расширяет сферу применения способа.

Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № АР19678770).

ЛИТЕРАТУРА

1. Гречухин В.В. Геофизические методы исследования угольных скважин. М.: Недра, 1970.
2. Ерофеев Л.Я., Вахромеев Г.С. и др. Физика горных пород. Изд-во Томского политехнического института, 2011.
3. Филиппов Е.Н. Ядерная разведка полезных ископаемых: Справочник. Киев: Наукова думка, 1978.
4. Пак Ю.Н., Пак Д.Ю., Ибатов М.К., Тебаева А.Ю., Янковский В.Ю., Бердиев А.О. Радиометрический способ контроля зольности угля. Патент РК № 34846, 2021.

НИЗКОЗАТРАТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Прокопьев Е.С.

ООО НПК «Спирит», г. Иркутск, pes@spirit-irk.ru

На сегодняшний день технологии переработки минерального сырья находятся на небывало высоком уровне. На предприятиях горной отрасли применяются методы крупнокускового, гравитационного, магнитного и флотационного обогащения. Используются высокоэффективные способы металлургической переработки как исходного сырья, так и промпродуктов и концентратов.

С точки зрения технологичности применения методов обогащения и аппаратуры и приёмов для максимального извлечения золота из сырья отрасль достигает пика своего развития. В переработку вовлекаются месторождения с низким содержанием золота (от 0,9 г/т), со сложным минеральным составом и гранулометрическими характеристиками металла, а также техногенные месторождения, представляющие собой лежалые хвосты, отвалы, отстойники и т.д.

Однако для эффективной отработки месторождений с низким содержанием ценных компонентов и техногенного сырья требуется наличие технологических условий, позволяющих рентабельно вовлекать в переработку такие объекты. К таким условиям относятся высокая производительность по исходному сырью; оптимальная и сбалансированная технология обогащения и металлургии, обеспечивающая высокий уровень извлечения (при этом аппаратное оформление её не требует серьёзных капитальных и эксплуатационных затрат); применение энергосберегающих технологий переработки (особенно важно для территорий, отдалённых от основных источников генерации электроэнергии); минимальные простои из-за поломок или доставки запасных частей в труднодоступные районы.

Среди методов и аппаратуры, используемых в подобных условиях, выгодную позицию занимает винтовая сепарация — процесс обогащения, в котором реализован принцип гравитационного обогащения в водных потоках малой глубины.

Винтовая сепарация широко применяется на обогатительных фабриках, перерабатывающих олово (Правоурмийское месторождение), вольфрам (Джидинское

месторождение), титан (Олёкминский рудник), железо (шламы Магнитогорского МК), хром (руда Донского месторождения), алмазы (Мирнинский ГОК), уголь (ОФ Кузнецкого бассейна), марганец (Орджоникидзевский и Марганецкий ГОКи, Украина).

При этом в промышленности России винтовая сепарация пока ещё находится в роли новичка. Однако в последние годы прослеживается последовательный тренд во внедрении данного метода в технологию переработки в том числе и золотосодержащего сырья. Происходит это благодаря таким существенным достоинствам винтовой сепарации, как:

- эффективное извлечение тяжелых минералов крупностью до 20 микрон;
- высокая удельная производительность (**современные винтовые сепараторы позволяют перерабатывать до 10 т/ч на 1 м² занимаемой площади**);
- способность значительно сокращать потоки сырья на стадии получения черного концентрата — особенно актуально для руд с низким содержанием и техногенного сырья;
- **отсутствие привода и расходных элементов;**
- **отсутствие необходимости в закупке и доставке реагентов;**
- **простота и визуализация ведения процесса**, что подразумевает задействование персонала любой квалификации для обслуживания сепараторов.

Одним из последних успешных примеров НПК «Спирит» эксплуатации винтовой сепарации при обогащении минерального сырья является обогатительный комплекс ОМВ.

Данный комплекс может применяться для извлечения золота, хрома, вольфрама, олова и других металлов.

Исходным питанием для комплекса могут быть исходные пески, дробленый/измельченный минеральный материал, текущие и лежалые хвосты, эфельные отвалы.

Технологическая схема комплекса предусматривает подачу на него классифицированного материала максимальной крупностью до 20-30 мм.

Материал самотёком поступает в узел грохочения (инерционный грохот), где происходит классификация материала по классу крупности 2 мм. Надрешётный продукт (+2 мм) направляется в отвал или доизмельчение.

Материал мельче 2 мм с помощью шламового насоса подаётся в узел подготовки пульпы на гидроциклонную установку и далее на винтовую сепарацию.

Узел винтовой сепарации состоит из батареи винтовых сепараторов СВШ.

Концентрат винтовой сепарации самотёком поступает на концентрационный стол, концентрат которого является конечным продуктом обогащения комплекса.

Окончательная доводка концентрата осуществляется в шлихообогатительном цехе предприятия.

Хвосты стола и винтовой сепарации являются отвальным продуктом которые самотёком направляются в отвал.

При обогащении золотосодержащего сырья:

- на столе возможно получение промпродуктов с дальнейшей их переработкой на участке цианирования;

- Хвосты СВШ и концентрационного стола поступают через контрольный шлюз. Съёмка со шлюза происходит с периодичностью один раз в сутки. Получаемый на шлюзе концентрат также направляется в шлихообогатительный цех предприятия для дальнейшей доводки.

Пример Анжу:

Пески месторождения Мокрундя (артель Анжу) относятся к легкопромывистым, труднообогатимым. Они характеризуются высоким содержанием тяжёлой фракции, преимущественно магнетита во всех классах крупности. В классе -0,25 мм в заметном количестве присутствуют циркон и касситерит, среднее содержание последнего — 3,0 г/м³. Гранулометрический состав золота характеризуется примерно равными долями классов +1

мм, -1+0,5 мм, -0,5+0,25 мм и -0,25 мм. Доля тонкого (-0,125 мм) не превышает 1,5%. Во всех классах преобладают объёмные неправильные и субизометричные формы.

За первые 34 дня промывки на опытном обогатительном комплексе производительностью 45 м³/ч, включающие период пусконаладочных работ, из текущих хвостов ПБШ-100 доизвлечено 3,04 килограмма шлихового золота. Предварительные показатели доизвлечения золота по классам крупности за 11 дней раздельной доводки (с 02.06.19 по 12.06.19 сведены в *таблицу ниже*).

Класс крупности	Добыто шлихового золота, г			Доизвлечение ОМВ-45, % от классы	Доизвлечение от извлечения на шлюзе, %
	ПБШ-100	ОМВ-45	ВСЕГО		
+4 мм	485,6	0	485,6	0,00	0,00
-4+2 мм	1207,7	13,5	1221,2	1,11	1,12
-2+1 мм	2627,1	113	2740,1	4,12	4,30
-1+0,5 мм	2588,3	230,7	2819	8,18	8,91
-0,5+0,25 мм	2895,6	357,8	3253,4	11,00	12,36
-0,25 мм	2034,2	380,2	2414,4	15,75	18,69
ВСЕГО	11838,5	1095,2	12933,7	8,47	9,25

В результате проделанной работы показано, что процесс доизвлечения мелкого и тонкого золота из текущих хвостов шлюза мелкого наполнения с применением винтовой сепарации является эффективным, стабильным и явным, а применение винтовой сепарации обосновано и рекомендовано для постоянной эксплуатации на участке Нагорный.

Среднее доизвлечение золота относительно съёмов со шлюза составляет порядка 10%. В том числе класса -0,25 мм — 18,7%, при колебаниях от 10 до 25%, в зависимости от особенностей промываемых песков и характеристик работы шлюза-классификатора.

Помимо основной функции — повышения сквозного извлечения металла, эксплуатация ОМВ с раздельной ежесуточной доводкой концентрата позволяет фиксировать и оперативно устранять неполадки в работе промывочного прибора ПБШ-100.

Показательно, что гранулометрический спектр металла, доизвлечённого на ОМВ-45, резко смещён в сторону мелких и тонких классов относительно извлекаемого на шлюзе (*таблице ниже*).

Прибор	Гранулометрический состав золота в % по классам крупности (мм)							
	+4	-4+2	-2+1	-1+0,5	-0,5+0,25	-0,25+0,125	-0,125	Всего
ПБШ100	2,88	8,93	19,71	25,38	27,19	14,74	1,17	100
ОМВ-45	0	1,03	7,23	16,21	28,6	37,94	8,99	100

Так, доля класса -0,125 мм вырастает до 9% против 1,17%, класса -0,25+0,125 м — до 37,94% против 14,74%.

Пример Джульетта:

Опираясь на результаты ранее проведенных исследовательских работ в таких организациях, как ЦНИГРИ, ТОМС, Иргиредмет, SGS, которые показали возможность извлечения благородных металлов как из текущих, так и из лежалых хвостов ЗИФ рудника «Джульетта» при помощи гравитационных методов обогащения, технологами производственной компании «СПИРИТ» совместно с ведущими специалистами СП ЗАО «Омсукчанская ГТК» был оперативно внедрен комплекс ОМВ для обогащения лежалых хвостов ЗИФ с производительностью 30 т/ч по твердому.

Подача исходного питания на комплекс обогащения осуществляется при помощи земснаряда «Боцман 160».

Особенностью этого комплекса являлось то, что винтовая сепарация осуществляется на аппаратах СВШ- типа «Каскад». Их применение предполагает получение черного золотосодержащего концентрата с высоким уровнем извлечения. Данный тип сепараторов является инновационным продуктом компании «Спирит» и сочетает в себе сразу две стадии обогащения — основную и перечистную. Результаты работы представлены в таблице ниже.

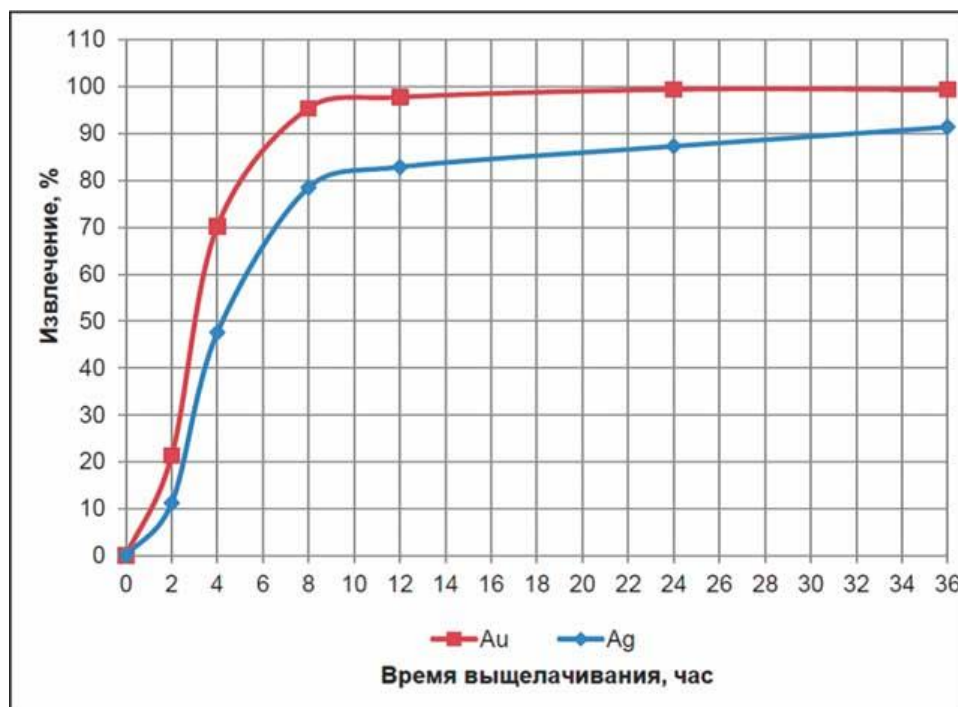
Содержание в лежалых хвостах, г/т		Выход концентрата ОПУВС-30, %	Содержание в концентрате, г/т		Извлечение в концентрат, %	
Au	Ag		Au	Ag	Au	Ag
1,2–2,1	3,64–12,0	0,15–0,33	223–500	443–1200	45–60	20–40

В лаборатории ООО ПК «Спирит» были проведены гранулометрический и минералогический анализы концентрата, полученного на ОПУВС-30. Полученная гранулометрическая характеристика концентрата (таблица ниже) говорит об эффективном извлечении металла из хвостов флотации в широком диапазоне крупности и в особенности из тонких и шламистых классов. Стоит отметить повышенное содержание золота и серебра именно во фракциях мельче 0,071 мм.

Класс крупности	Выход	Содержание, г/т		Распределение, %	
	%	Au	Ag	Au	Ag
+0,5	2,88	24,8	93,4	0,32	0,61
-0,5+0,25	10,48	293	567	13,73	13,40
-0,25+0,125	46,19	247	420	51,01	43,73
-0,125+0,071	28,88	131	322	16,91	20,96
-0,071+0,020	7,84	395	842	13,85	14,89
-0,020+0,0	3,72	251	765	4,18	6,42
Итого	100,00	223,68	443,65	100,00	100,00

В Чите в АО «СЖС-Восток Лимитед» был проведен химический анализ концентрата на золото и серебро, а также тест по агитационному цианированию полученного концентрата.

Наименование продуктов	Выход, мл, г	Содержание, мг/л, г/т		Извлечение, %	
		Au	Ag	Au	Ag
Концентрат установки РД № 48					
Крупность 80% класса 75 мкм, расход NaCN — 6,91 кг/т, CaO — 0,41 кг/т					
Раствор цианирования	1520,65	133,01	304,15	99,37	91,37
Кек цианирования	999,80	1,28	43,70	0,63	8,63
Концентрат гравитационной установки	1000,00	203,53	506,20	100,00	100,00



Результаты лабораторных работ с концентратами показали, что данный продукт является благоприятным сырьем для гидрометаллургической переработки на ЗИФ.

Концентрат также может быть реализован сторонним покупателям. Это подтверждается результатами тестирования извлечения драгметаллов из концентрата ОПУВС на АО «Уралэлектромедь», где также были получены показатели по извлечению золота и серебра (98,0% и 96,0% соответственно).

ДРЕВНЕЙШИЕ В РОССИИ КИМБЕРЛИТЫ КИМОЗЕРА (КАРЕЛИЯ)

Путинцева Е.В.¹, Спиридонов Э.М.²

1 – С.-Петербургский государственный университет, Петрографический музей,
г. С.-Петербург, e.putintseva@spbu.ru

2 – Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Геологический ф-т, г. Москва, ernstspiridon@gmail.com

Кимберлиты Кимозера выявлены на северо-западе нашей страны относительно недавно, в 90-е годы прошлого столетия, когда в регионе интенсифицировались поиски алмазов в связи с открытием архангельских алмазоносных кимберлитов. В основе поисков австралийской компании Ashton ML лежал шлиховой метод опробования, основным индекс-минералом, в отличие от большинства трубок, при этом являлись хромшпинелиды [Ушков, 2001]. Это коренное проявление алмазов – уникально по своему строению, составу, и, конечно же, по возрасту, представляя собой одно из древнейших на Земле и древнейшее на территории России.

Кимозерское проявление коренных алмазоносных кимберлитов расположено в юго-восточной части Балтийского (Фенноскандинавского) щита, на площади Карельского кратона – области архейского (>3 млрд лет) становления в составе Русской (Восточно-Европейской) платформы. Кимберлиты внедрились в пластообразно залегающие силлы долеритов, которые сопровождают платобазальты людиковия (2.05-1.95 млрд. лет) с маломощными (до ~10м) прослоями углеродсодержащих алевролитов суйсарской свиты. Кимберлиты формировались в протоплатформенных условиях, о чем свидетельствуют мощная толща солей в основании ятулия – пример древнейших сохранившихся соленосных образований в мире, и мощные

толщи траппов - платобазальтов. Мощность перекрывающих моренных отложений составляет до 8 м. В современном эрозионном срезе выходы кимберлитов, занимая огромную площадь, имеют оваловидную форму с параметрами 2 x 0.8 (км), приближаясь по размерам к наиболее крупному кимберлитовому телу – трубке Камафука-Камазамбо в Анголе. В совокупности с суйсарскими долеритами кимберлиты Кимозера образуют срезанную диапироподобную залежь. Помимо ранней дайковой серии и секущих поздних даек, в формировании тела выделяется две основные фазы внедрения, различающиеся по петрогеохимическому составу. Кимберлиты первой фазы характеризуются повышенной титанистостью (до 2.3 - 3 % TiO_2), а также более высоким содержанием железа, марганца, некогерентных элементов, более низким – Cr и Ni. Спектры распределения REE в кимберлитах Кимозера соответствуют типичным кимберлитам Мира – они резко обогащены легкими лантанидами с европиевым минимумом.

Главная залежь и подводящие каналы выполнены кимберлитами кратерной и диатремовой фаций. Кимберлиты гипабиссальной фации слагают редкие маломощные (0.2-1.0 м) дайки, а также встречаются в виде мелких обломков в иных кимберлитовых породах. Кимозерское тело сложено кимберлитовыми «интрузивными» туфами (туффизитами в интерпретации российских и зарубежных геологов), в том числе – лапиллиевыми, брекчиями; массивные варианты имеют подчиненное значение. Текстуры и структуры кимберлитовых пород отражают степень разрушения расплавленного материала и режима выделения летучих компонентов. Весьма характерны флюидальные текстуры течения, псевдослоистость с вариациями, обусловленные флюидно-эксплозивным механизмом образования пород, закономерно, с вовлечением в процесс метеорных вод.

Кимберлиты Кимозера по U-Pb датировке методом TIMS мантийных цирконов из них формировались 1919 ± 18 Ma [Priyatkina et al., 2014]. Возраст пород, определенный Sm-Nd изохронным методом по породе, соответствует веписийскому времени раннего протерозоя и составляет 1764 ± 125 млн лет [Махоткин, 2003], что совпадает, с основным пиком свекофеннского метаморфизма.

Нами были изучены как первичный состав кимберлитов по их сохранившимся реликтам, так и состав собственно метаморфизованных пород – метакимберлитов и вмещающих их пород. Изученные минералы-индикаторы кимберлитов Кимозера: хромшпинелиды и ильменит, в целом соответствуют мировым типам, при этом обладая рядом особенностей. Установлено, что в кимберлитах первой фазы хромшпинелиды значительно более глиноземистые, со сложной историей формирования, в кимберлитах второй фазы – значительно более железистые, то есть это продукты более продвинутой дифференциации, более низкотемпературные и более низкобарные. Особенность хромшпинелидов Кимозера – существенное накопление Zn и Mn в ходе эволюции, что свидетельствует о повышенной щелочности материнских расплавов. При этом в кимберлитах Кимозера мало крайне высокохромистых хромшпинелидов, но они содержат массу кристаллов высокохромистых шпинелидов, в том числе с небольшой до 4% примесью минала кандилита. Данные характеристики коррелируют с невысокой степенью алмазности кимберлитов Кимозера.

Овальной формы Mn пикроильменит и Fe гейкилит вкрапленников в кимберлитах обеих фаз Кимозера сходны по морфологии и по составу и близки к мегакристам стандартных алмазоносных кимберлитов. Небольшое количество такого типа минералов в кимберлитах Кимозера также соответствует невысокой степени их алмазности. Общая особенность состава минералов группы ильменита кимберлитов Кимозера – значительная обогащенность Mn.

Проведенное автором изучение позволяет утверждать, что метаморфизованные кимберлиты Кимозера – петротип метакимберлитов пренит-пумпеллиитовой фации. Именно охарактеризованная нами степень метаморфизма рассматриваемых пород является определяющей для объяснения специфичности их состава, отличия от прочих кимберлитов мира, метаморфизованных в более низкой степени, а именно, в цеолитовой фации.

Метакимберлиты Кимозера слагают серпентины (антигорит, реликтовый лизардит), тремолит, актинолит, кальцит, доломит, клинохлор, магнетит, титанит, корренсит, тальк, брусит, ферропсевдобрукит, рутил, гематит, алланит, бастнезит, паризит, монацит, апатит, циркон, бадделейт, пентландит, пирротин, полидимит, зигенит, торит, биксбиит. Минералов Sr в них нет. Минералы REE метакимберлитов – алланит-(Ce), гидроксилбастнезит-(Ce), гидроксилбастнезит-(La), гидроксилпаризит-(Ce), гидроксилпаризит-(La), бастнезит-(Ce), паризит-(Ce), монацит-(Ce), ниобозинит-(Ce) наследовали Ce, Ce-La и Ce-La-Nd специфику магматических кальцита, перовскита и апатита кимберлитов [Путинцева, Спиридонов]. При процессах метаморфизма произошла мобилизация REE и возникли собственные минералы лантаноидов. Поэтому, Sm-Nd датировка метакимберлитов пренит-пумпеллиитовой фации отражает время их метаморфизма, а не время внедрения кимберлитов. Разрыв между временем становления кимберлитов и временем их метаморфизма составляет 160 млн. лет.

Представительная коллекция метакимберлитов Кимозера хранится в Петрографическом музее СПбГУ и доступна для изучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Махоткин И.Л. *Возраст и петрология кимберлитов и связанных с ними пород из района Кимозера, северное побережье Онежского озера, Карелия. В кн.: Геохимия магматических пород. Апатиты: КНЦ РАН. 2003. С. 107—109.*
2. Путинцева Е.В., Спиридонов Э.М. *Древнейшие в России алмазоносные кимберлиты и метакимберлиты Кимозера, Карелия // Тр. Минерал. музея РАН им. А.Е. Ферсмана (Новые данные о минералах). 2016. Вып. 51. С. 62-94.*
3. Ушков В.В. *Кимозерское проявление алмазоносных кимберлитов в Онежской структуре // Геология и полезные ископаемые Карелии. 2001. № 3. С. 94—98.*
4. Priyatkina N., Chudoley A.K., Ustinov V.N., Kullerud K. *1.92 Ga kimberlitic rocks from Kimozero, NW Russia: Their geochemistry, tectonic setting and unusual field occurrence // Precamb. Res. 2014. Vol. 249. P. 162-179.*

МИНЕРАЛЬНЫЕ ГРЯЗИ ОЗЁР СОВЕТСКИХ В БАЛЬНЕОТЕРАПИИ: ФОРМИРОВАНИЕ, СОСТАВ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Разыков Б.Х.

Международный университет туризма и предпринимательства Таджикистана,
razykov@bk.ru

Подземные воды играют важную роль в поддержании уровня воды минеральных озёр в аридных районах южного Таджикистана. Наиболее разведанными озёрами аридной зоны Таджикистана являются озёра Советские - Западное и Восточное, расположенные в Южно-Таджикской депрессии в пределах массива Танапчи, представляющие собой глубокие карстовые воронки длиной 300-350 м и шириной 130-170 м, образовавшиеся в толще солей и гипсов юрского возраста, перекрытых четвертичными отложениями. Питание озёр осуществляется частично за счёт атмосферных осадков и в большей мере благодаря рассольным грунтовым водам из пород кулябской свиты.

С озёрами связано месторождение сульфидных иловых минеральных грязей материалом для образования которых служит мелкообломочный материал, сносимый дождевыми водами с бортов озёр, и тонкий материал пылевых бурь - «афганцев», осаждающийся в озёрах.

В бальнеологии лечебные грязи, или пелоиды, относятся к числу полезных ископаемых, являющиеся природными органоминеральными коллоидальными образованиями, обладающие большой пластичностью, высокой теплоёмкостью и медленной

теплоотдачей, содержащие терапевтически активные вещества (соли, газы, биостимуляторы) и живые микроорганизмы [1]. Повышенный интерес медицины к лечебным грязям связан с их высокой эффективностью при многих заболеваниях, сильным разносторонним биологическим воздействием, сравнимым со многими существующими сертифицированными медицинскими препаратами.

В илах озёр Советских присутствуют сульфаты, остатки различной фауны и мелких животных. В результате сложных химико-биологических процессов на дне озёр образуется грязь чёрная тёмно-серая и серая, липкая, жирная, маслянистая, с запахом сероводорода. Образующийся сероводород восстанавливает гидроокислы трёхвалентного железа. В результате образуется чёрный коллоидный минерал – гидротроилит – природный гидрогель, существующий в восстановительной среде, придающий илам чёрный цвет. Его формула $\text{Fe}(\text{HS})_2 \times n\text{H}_2\text{O}$ [2]. Под названием «лечебная грязь» он используется в медицине.

Лечебные грязи озёр - это рапа, представляющая собой хлоридный натриевый концентрированный рассол с минерализацией 330-357 г/л в которой содержатся йод, бром и бор. Подсчитанные и утверждённые ТКЗ запасы лечебной грязи составляют по категории А 4,9 тыс. т и по категории В - 14,4 тыс. т [3].

Для лечебных грязей характерным является выраженное терапевтическое влияние благодаря своим теплофизическим свойствам, органическому и минеральному составу, содержанию биологически активных соединений коллоидного комплекса представленных сернистым железом, окислами железа, титана алюминия и марганца, а также гормоно-, антибиотико- и витаминоподобных веществ. Лечебные грязи озёр Советских обладают бактерицидными и антимикробными свойствами.

В целях бальнеологического использования возможна транспортировка лечебной грязи на местные курорты и во вне-курортные учреждения, использующие грязи. Применение лечебных грязей озёр Советских показано при заболеваниях сердечно-сосудистой и периферической нервной систем, опорно-двигательного аппарата. Противопоказаниями к применению грязей служат опухоли любой локализации и болезни в фазе обострения [4].

В последние годы из-за нерациональной деятельности агропромышленного хозяйства района в грязевых озёрах возникают большие экологические изменения. Поэтому необходимо осуществление постоянного мониторинга, поскольку вследствие влияния антропогенного распреснения, могут измениться условия формирования грязи и ухудшиться их лечебные качества. Разработка этого месторождения должна проводиться согласно геологическим и экологическим нормативам с разработкой пакета разрешительно-технической документации: 1. Проекта Округа зоны санитарной охраны месторождения. 2. Технологической схемы разработки месторождения. 3. Экологического паспорта месторождения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Требухов Я.А. Требования к изучению месторождений лечебных грязей // *Вопр. курортол.* 2000. № 5. - С. 39-42.
2. Гидротроилит. [Электронный ресурс]. – URL: [//dic.academic.ru/dic.nsf/enc_geolog/8421/Гидротроилит](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_geolog/8421/Гидротроилит) (дата обращения: 25.01.2024)
3. *Гидрогеология СССР. Т. XLI. Таджикская ССР.* – М.: Недра, 1972. – С. 263.
4. Адилов В.Б., Михеева Л.С. и соавт. К вопросу о систематизации лечебных грязей // *Вопросы изучения лечебных минеральных вод, грязей и климата: Труды ЦНИИКиФ. Т. 43.* - М., 1980. - С. 90-105.

ПОИСКОВЫЕ КРИТЕРИИ ЗОЛОТОРУДНЫХ ФОРМАЦИЙ ЮЖНОГО УЗБЕКИСТАНА

Розилов О.Т., Маринова С.Т., Хошжанова К.К., Тахиржанова Н.О.

Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, Факультет геологии и инженерной геологии, odil.razikov@mail.ru.

Южный Узбекистан является одним из перспективных рудных регионов страны. Согласно составленного сводного электронного каталога рудных полезных ископаемых Южного Узбекистана [Маринова и др.; 2023], здесь выявлены более 250 объектов различного ранга (месторождения, рудопроявления, точки минерализации) различных рудно-формационных типов: цветные металлы - Cu, Pb, Zn, Al; благородные - Au, Ag, металлы платиновой группы, редкие - W, Sn, Mo, Sb, Hg, церий, иттербий, иттрий, тантал, ниобий, литий и др.

На рис. 1 представлена геологическая карта с разграфкой листов в масштабе 1:200000, выполненная в формате методом ArcGis [Маринова и др.; 2023]. Территория рудного региона (Южного Узбекистана) включает западные окончания Зеравшанского и Гиссарского хребтов, горное сооружение Юго-Западный Гиссар и смежные с ними впадины: Улус-Джамская, Бешкентская, Пашхурдская и Сурхандарьинская. Границы: западная - по меридиану в 15 км восточнее г.Карши, северная - вдоль северного подножья гор Каратюбе-Чакылкалян, восточная - по административной границе Узбекистана и Таджикистана, южная - вдоль р.Амударья.

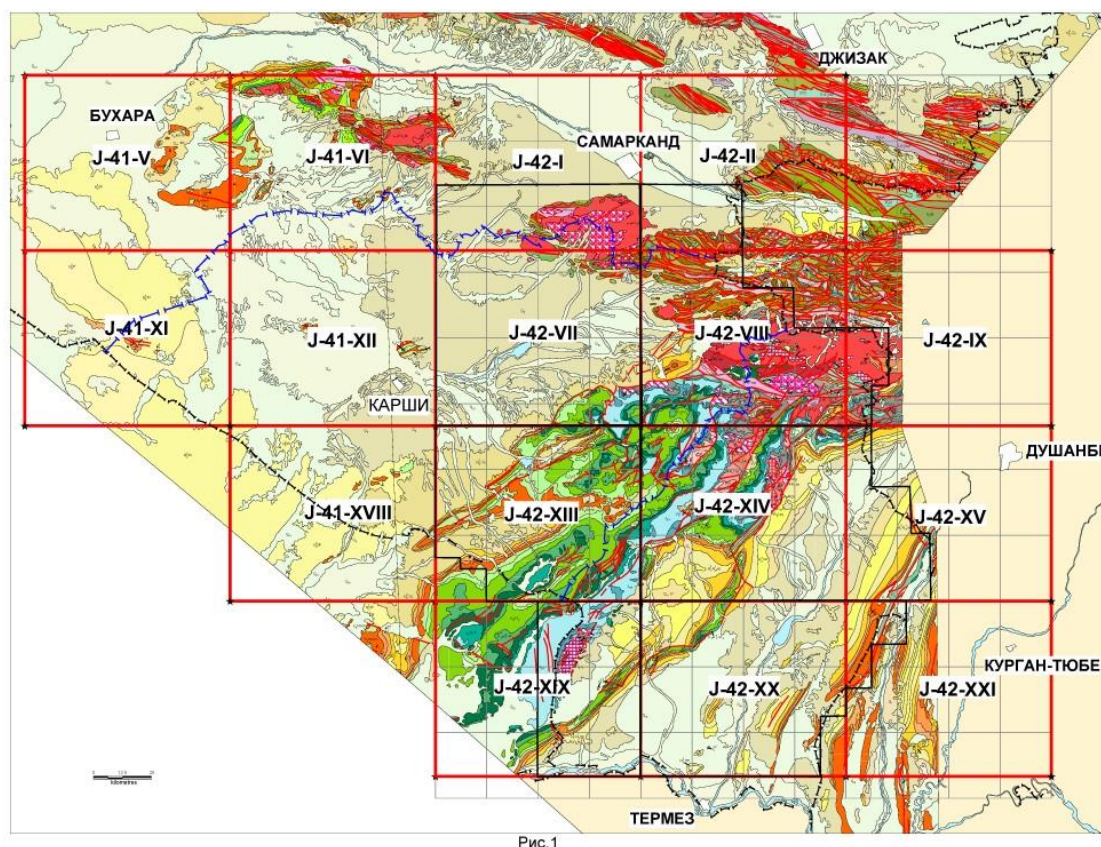


Рис.1. Геологическая схема Южного Узбекистана масштаба 1:200000.
(Маринова и др.; 2011)

Объектами прогнозных оценок являлись колчеданное (свинец, цинк, медь), жильное и штокверковое (золото, олово, вольфрам, молибден) оруденения. Подготовленные данные по

стратиграфии, магматизму и др., которые позволили с других позиций взглянуть на историю его геологического развития и дальнейшие перспективы.

В последние годы накопилось много новых методик анализа с использованием современных компьютерных программ. В данном исследовании использованы 2 алгоритма из методики статистического металлогенического анализа картографических данных академика Ф.А.Усманова. «Пространственный анализ» [Усманов и др.; 2008].

1. Для определения закономерностей пространственного распределения рудных объектов. 2. Для количественной оценки значимости факторов локализации оруденения по признакам, представленным на картах.

Ключевым моментом методики является база картографических данных. Набор региональных картографических материалов, входящих в электронную базу подобран таким образом, чтобы он отражал геологию региона с разных сторон – полезные ископаемые, стратиграфию, тектонику, структуры, магматизм, метаморфизм, состояние прогнозных ресурсов, поисковую изученность и т.п.

Серебро-золоторудная формация. Наибольшее значение коэффициента пространственной связи ($D=0,7$) с серебро-золоторудной формацией получили свиты: кайракская, вахшиварская и сиоминская.

Золотосеребряные объекты имеют большой коэффициент пространственной связи с вахшиварским C_{1vh} , сиоминским C_{1sm} и Лючобским P_{1ec} субвулканическими и Поджурским субинтрузивным P_{1r} комплексами.

Важное значение имеют структурные факторы двух типов: линейного и центрального типов. Среди структур линейного типа значимыми являются зоны повышенной проницаемости субмеридионального, северо-восточного простирания и узлы пересечения зон повышенной проницаемости с другими структурами (и между собой).

Сохранность серебро-золоторудной формации зависит от уровня эрозионного среза вулcano-купольных структур.

Разломы СВ имеют большое значение для серебро-золоторудной формации и пространственно связаны с другими факторами и поисковыми признаками. Первый этап произошел в P_1 время и связан со структурами субмеридионального направления (зона повышенной проницаемости) и субвулканическими и дайковыми образованиями. Второй этап формирования серебро-золоторудной формации приходится на P_2 -Т время и связан с разломами СВ простирания.

Геофизические признаки могут быть использованы как вспомогательный фактор. Разрывные структуры, выделяемые по физическим полям имеют субмеридиональное и субширотное простирания. Геохимические ореолы Au , Ag , Bi , Cu , Sb , As , сопровождают серебро-золоторудную формацию.

К магматическим факторам локализации золотого оруденения относятся каратагский субвулканический комплекс C_{1kg} (базальт-андезитовая формация) и ряд субинтрузивных и дайковых комплексов: Обизарангский P_{1O} , Ховатский P_{1h} , Шатрутский P_{1s} (сиенит-диорит-габброидно-гранитоидная формация); Адмалысайский P_{2a} , Кштутский P_{2ks} , Сангардакский P_{2zs} (дайковый) (монцонитовая, сиенит-диоритовая, диабаз-гранофировая формация); туполангский C_{3tp} , чапухский C_{3c} , хурсантагский C_{3h} (адамеллит-гранитовая формация); Мачетлинский C_{2m} , Танхазский C_{2t} , Чошский C_{2c} (габбро-гранодиоритовая с монцонитоидным уклоном формация) [Далимов и др.; 1997. и Маринова и др.; 2023].

Таким образом в общем виде металлогенические особенности Южного Узбекистана объясняются значительной степенью консолидации до герцинского фундамента (возникновение кори континентального типа уже в докембрии с последующим консолидирующим воздействием корового магматизма в девоне и позднем палеозое), что обусловило при наличии разно ориентированных глубинных разломов возможность широкого участия мантийных эндогенных процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдуллаев Р.Н. Далимов Т.Н. и др. Рифтогенез в развитии палеозойских складчатых областей. – Ташкент, Фан, 1989. С 162.
2. Далимов Т.Н., Ганиев И.Н. Периодизация этапов внутриплитного магматизма Тянь-Шаня. – Геодинамика и принципы палеотектонических реконструкций. Ташкент, Университет, 1997. С 227.
3. Усманов Ф.А., Кустарникова А.А. и др. Металлогения ведущих металлов Узбекистана на геодинамической основе // Геология и минеральные ресурсы, 2008, №2. С 31-43.
4. Маринова С.Т. и др. // «Основы компьютерных технологий для решения горно-геологических задач» (дарслик). Издательство ООО “Lesson Press” Ташкент 2023. С 130.

ЛАУРИТ ИЗ ЗОЛОТОРОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СЕВЕРНОГО ПАМИРА (ПЕРВАЯ НАХОДКА В ТАДЖИКИСТАНЕ)

Салихов Ф.С.¹, Нуруллоев Я.Н.², Искандаров Ф.Ш.².

1 - Филиал МГУ имени М.В.Ломоносова в г.Душанбе, ffaarriidd@bk.ru

2 - Таджикский Национальный Университет

Россыпные месторождения золота Северного Памира, особенно зоны Юго-Западного Дарваза (Дулоби Сангоб, Банди Сариоб, Дондушкан, Сангвор, Верхний Сангвор, Яхсу, Вурсако, Возгина, Кофирбача, Шугноу) дают значительную часть добычи золота Таджикистана. В геологическом отношении район проектируемых работ изучен сравнительно полно. В свое время здесь проведено государственное геологическое картирование масштаба 1:200000 [1,2]. Проведено также геоморфологическое картирование и картирование четвертичного покрова с составлением соответствующих карт масштаба 1:500000 [3]. В процессе групповых съемок довольно детально изучалось геолого – геоморфологическое строение четвертичных образований, однако, многие вопросы стратиграфии четвертичного покрова пока не решены. Практически во всех производственных работах этого периода указано, что кроме золота другие полезные компоненты в россыпях не установлены, что обусловлено недостаточными аналитическими возможностями добывающих предприятий. Однако, эти россыпи отличаются необычным, часто парадоксальным минеральным составом тяжелой фракции. Ранее нашими работами были выявлены и изучены некоторые из них, в частности сперрилит, арсенид платины, основной рудный минерал платины, касситерит для которого установлен гляциальный перенос и разрушение обломков пород до россыпных размеров *in situ* с учетом геологического строения прилегающих территорий и некоторые другие нехарактерные минералы [4]. Одним из минералогических особенностей этих россыпей является присутствие в тяжелой фракции минералов группы платины. Как известно, элементы платиновой группы входят в состав сравнительно небольшого числа минералов [5]. Наиболее распространенный из них самородная платина, подразделяющаяся по своим свойствам и составу на несколько видов. К ней близко примыкает самородный иридий, который, правда, встречается очень редко. Вторым по распространенности является осмистый иридий. Еще более редки — палладистое золото (порпецит) и родистое золото (родит) [6]. Впервые осмистый иридий подверг научному изучению С.Теннант в 1808 году, открывший при этом оба главных составляющих этого минерала элемента — осмий и иридий [7]. В зависимости от содержания компонентов выделяются самородный осмий (свыше 80 атомных % Os), иридосмин (55-80% Os), осмиридий (62-80% Ir), иридий самородный (свыше 80% Ir), рутений самородный (свыше 80% Ru),

рутениридосмин (55-80% Os+Ru, свыше 10% Ru), рутеносмиридий (62-80% Ir, 20-38% Os+Ru), а также осмистый рутений и рутенистый осмий, граница между которыми приходится на 50 атомных %, иридий с границей 55 атомных % и рутенистый иридий с границей 62 атомных %. Нами изучено около 60 шлиховых проб из золотороссышных месторождений Северного Памира, где обнаружены большинство из указанных минералов. Минералы изучались в препаратах – полированные зерна в эпоксидной смоле на стекле. Изучение химического состава проводилось на рентгеновском микроанализаторе Superprobe JCSA-733 SEOL с полупроводниковым детектором Si (Li) – детектором с системой анализа INCA (Oxford) при ускоряющем напряжении 20 Кв и силе тока занда 1 На в Институте геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии НАН РТ. Обнаруженный наряду с другими минерал (Рис.1) непрерывного ряда лаурит RuS_2 -эрликманит OsS_2 (первая находка в Таджикистане) соответствует лауриту, образовавшемуся ранее эрликманита (табл.1), и является генетическим индикатором платиноидов золотоносных россыпей Северного Памира.

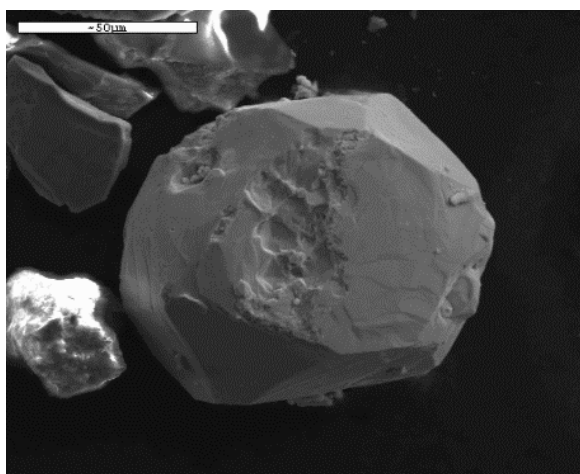


Таблица 1. Химический состав лаурита

Лаурит				
Elmt	Spect.		Element	Atomic
	Type		%	%
S	K	ED	35,55	66,01
Ru	L	ED	50,05	29,49
Os	M	ED	11,91	3,73
Ir	M	ED	2,5	0,77
Total			100	100

Рисунок 1. Лаурит

Выводы:

- Лаурит может являться индикатором для генетических и геодинамических построений для золотоносных россыпей Северного Памира.
- Источником металла в четвертичных россыпях Северного Памира традиционно считаются конгломераты среднего и верхнего неогена. Но для минералов группы платины наиболее вероятным источником являются малые интрузии диоритов, габбро-диоритов и диоритовых порфиров мынтекинского комплекса поздне триасового возраста, что логически оправдано известным на сегодняшний день генезисом этих минералов.
- Разведочно-эксплуатационные работы рекомендуется сопровождать тематическими и минералогическими исследованиями для расширения потенциально продуктивного компонентного состава россыпей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Геологическая карта СССР. Масштаб 1:200000, серия Южно-Таджикская, J-42-XVII-1 л.

2. Геологическая карта СССР. Масштаб 1:200000, серия Южно-Таджикская, J-42-XXIII-1 л.
3. Лоскутов В.В. Геоморфологическая карта Таджикистана масштаба 1:500000. 1964.
4. Салихов Ф.С., Искандаров Ф.Ш., Талбонов Р.М., Мухаммадшариф С. Типоморфизм и первоисточник касситерита из золотороссыпного месторождения Дулоби-Сангоб (Юго-Западный Дарваз). Вестник Филиала Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова в г. Душанбе. Серия естественных наук, издательство Филиала МГУ имени М.В. Ломоносова в городе Душанбе, том 2, 2022, с. 121-134.
5. Вернадский В.И. Опыт описательной минералогии с доп. автора 1912-1922 г. Самородные элементы. М.: Изд-во АН СССР. 1955. 615 с.
6. Звягинцев О. Е. Геохимия платины. Л.: Онти. Химтеорет. 1936. 96 с.
7. Лепнон П. О. Осмистый иридий и его добыча в Тасмании. Известия института по изучению платины и других благородных металлов, выпуск 9, посвященный памяти Н. И. Подкопаева. Ленинград, изд-во Академии наук СССР. 1932. -С.141-150.

STRATOTYPES OF THE LOWER PERMIAN FORMATIONS OF THE NORTHERN PAMIRS AS LITHOSTRATIGRAPHIC GEOLOGICAL MONUMENTS

Salikhov F.S.¹, Shodii Bek²

1 - Branch of the Moscow State University. M.V. Lomonosov in Dushanbe, ffaarriidd@bk.ru

2 - Tajik National University

Lower Perm. Yahtashian stage. Zygar formation.

Stratotype along the Zygar River, Southwestern Darvaz. It is composed exclusively of volcanic-detrital rocks [1], among which tuffs and orthotuffites (65%) predominate (Fig. 1). The remaining 35% are paratuffites. The total thickness of the deposits is 362.4 m. In the northeast direction it increases to 400–420 m (Sangoba River), and in the sections of the Southwestern Darvaz it decreases to 200–300 m. up to 25–30% CaCO₃) and contain remains of fusulinid and small foraminifera shells.

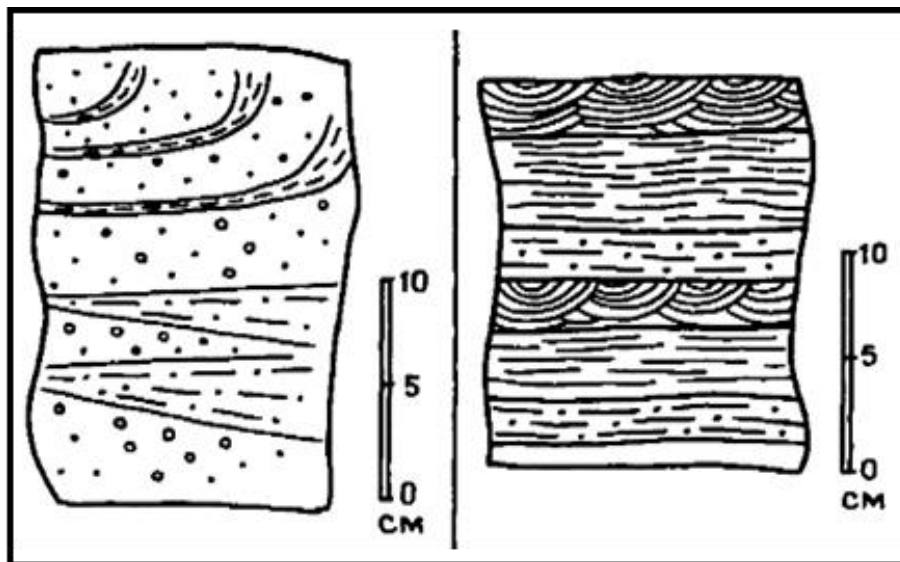


Fig. 1. Layering types of the Zygar Formation.

Bolor stage. Safetdaron formation.

Composed of various limestones [2]. Organic (reef) and detrital varieties predominate in the lower half of the suite, which are gradually replaced by biochemogenic and organogenic-detrital limestones towards the top. They are represented by foraminiferal, algal, algal-foraminiferal, less

often bryozoan and oncolithic-algal varieties (Fig. 2). The thickness of the suite deposits is from 358.5 m to 1000 m.

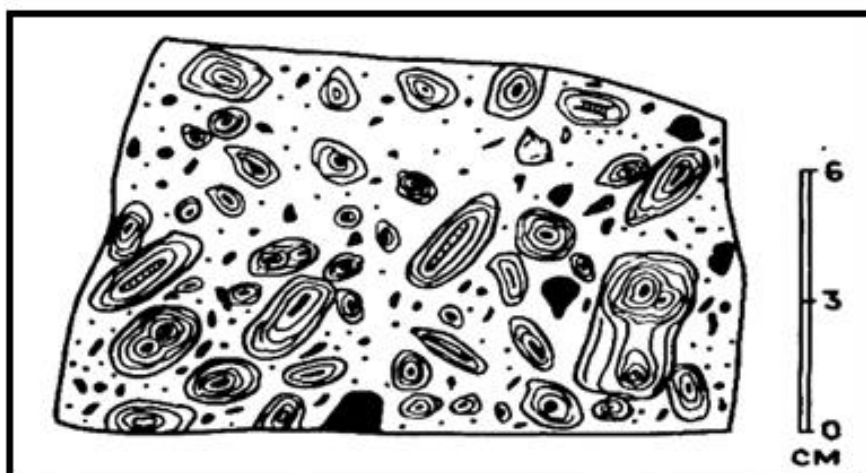


Fig.2. Oncolitic limestone (Safetdaron Formation).

Bolorian-Kuberganda stage. Gundara formation.

The Gundara formation is distinctly subdivided into three subformations [3]: the lower tuff-limestone (248.5 - 254.9 m), the middle one, composed of bioherm (reef) limestones (580 - 720 m) (Fig. 3), and the upper one, in the structure of which involves both volcanic-clastic and mainly carbonate rocks (604.9 - 670.9 m). The total thickness of the Gundara formation is subject to significant fluctuations mainly due to the irregularity of the reef part, and near the reference intersection it is 1433.4 - 1645.8 m. Bryozoans, rugoses, possibly hydroids, tabulates, and sponges also participate in the composition of bioherms. According to the place of accumulation, the deposits of the Gundara formation are classified as coastal-marine, with a slight tendency to deeper water conditions at the beginning of the formation of the upper subformation. The abundance of organogenic clastic rocks, frequent admixture of coarse-grained volcanic terrigenous material, and the effects of erosion and resuspension of the sediment indicate sufficient mobility of the aquatic environment and the proximity of the coastline. The time of formation of an extended and thick bioherm massif (middle subformation) is characterized by the greatest stability of sedimentation conditions.



Fig. 3. Gundara reef.

The described stratigraphic sections of the Lower Permian formations of the Northern Pamirs are very popular among geologists and can serve as lithostratigraphic objects of potential geoparks in Tajikistan.

REFERENCES

1. *Расчленение стратифицированных и интрузивных образований Таджикистана. Душанбе: 1976. 268 с.*
2. *Левен Э.Я. Верхний палеозой бассейнов рек Чарымдары, Гундары и Зидадары (Юго-Западный Дарваз). Бюлл. МОИП. отд. геол. т.56. вып.4.М: 1981. с. 40-52.*
3. *Дуткевич Г.А., Калмыкова М.А. Новые данные по стратиграфии верхнего палеозоя Северного Памира и Дарваза. ТПЭ. 1935 г. М.-Л: 1937. с. 730-739.*

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ГЕОЛОГИИ

Ситар К.А., Еремин Н.Н., Филимонов С.В.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Геологический ф-т, г. Москва, sitarka@my.msu.ru

Согласно концепции непрерывного образования, изложенной в статье 10 (п.2) Федерального закона №273 [Федеральный ..., 2012] дополнительное образование является неотъемлемой частью образования, обеспечивающего возможность реализации права человека на образование в течение всей жизни. В России начало формирования разветвленной системы повышения квалификации и переподготовки специалистов пришлось на 20-е годы XX века, параллельно с новой экономической политикой (НЭП), заложив фундамент современного дополнительного профессионального образования. Сегодня дополнительное образование является неотъемлемым элементом в системе образования Российской Федерации и направлено не только на удовлетворение образовательных и профессиональных потребностей человека, но и «на формирование и развитие творческих способностей детей и взрослых, удовлетворение их индивидуальных потребностей в интеллектуальном, нравственном и физическом совершенствовании, формирование культуры здорового и безопасного образа жизни, укрепление здоровья, а также на организацию их свободного времени» [п.1 ст.75; Федеральный ..., 2012].

В последнее десятилетие активизация интереса к геологическим программам дополнительного образования как профессионального, так и общеобразовательного подvida, проявилась за счет развития двух направлений: активного внедрения технологий, методов исследований и осознания необходимости применения междисциплинарного подхода к интерпретации геологической информации, особенно при расширении и внедрении методов цифровизации; появления единого стандарта образования для общего образования в 2023 году, в частности, появления профессионального стандарта в системе среднего образования.

В Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова разработано более 1000 программ дополнительного образования на 40 факультетах (как для профессионального обучения, так и общеразвивающие для детей и взрослых). На геологическом факультете программы дополнительного образования реализуется по двум подвидам: дополнительное профессиональное образование и общеразвивающие дополнительное образование детей и взрослых.

Геологическое дополнительное профессиональное образование (ДПО) осуществляется посредством реализации программ повышения квалификации и программ профессиональной переподготовки, а также в форме стажировки. Основные тенденции развития данных форм реализации программ связаны совместной разработкой новых программ с

производственными организациями и созданию востребованных программ в рамках корпоративных планов по развитию бизнеса в соответствии с современными задачами. И здесь нельзя не отметить востребованность таких направлений как цифровизация, анализ больших объемов данных и др., применение междисциплинарного подхода при формировании планов программ, создании сетевых программ совместно с корпоративными обучающими центрами крупных компаний, а также разработка межфакультетских программ ДПО. Также особую популярность приобрели краткосрочные программы повышения квалификации (до 40 ак.часов), разработанные под запрос поставленной производственной задачи отдельного предприятия геологической отрасли. При этом тематика таких программ разносторонняя: от базовых геологических (например, литологического цикла) до специализированных, направленных на освоение, например, методики применения конкретного метода для решения конкретных производственных задач, либо получения дополнительных знаний по смежной специализации, необходимые для корректной интерпретации получаемых данных в рамках своей специальности.

Геологическое общеразвивающее дополнительное образование (ОДО) для детей и взрослых развивается в формате получения профориентационных знаний (в случае – детей) и направлено на помощь ребенку как при выборе своей будущей профессии, так и при подготовке к поступлению в выбранное образовательное учреждение для получения высшего образования. При этом формат возможных мероприятий сегодня может быть разносторонний.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова активно поддерживает взаимодействие с системой среднего образования, реализуя комплексную программу мероприятий «МГУ – школе», ориентированную на создание всестороннего диалога между специалистами в сфере образования. Программа «МГУ – школе» состоит из двух блоков: взаимодействия с учителями и взаимодействия со школьниками, объединение которых позволяет воплощать современные проекты по работе университета со школами, в том числе создании профильных классов, инновационных образовательных кластеров. Геологический факультет развивает разносторонние мероприятия в рамках блока взаимодействия со школьниками и учителями (рис. 1): проводятся подготовительные курсы, «Школа юного геолога», олимпиады, общеобразовательные лекции на платформе "Teach-in", систематические тематические и разовые мероприятия (лекции, семинары, мастер-классы и др.), реализовываются общеобразовательные программы не только на факультете в очном и заочном формате, но также в заочно-дистанционной форме на платформе www.distant.msu.ru, проводятся летние школы для учителей, разрабатываются программа повышения квалификации для учителей.

В блоке взаимодействия со школьниками в последние годы все более популярными становятся открытые интерактивные лекции, проводимые в рамках проекта Департамента образования и науки города Москвы "Университетские субботы". Такие лекции на геологическом факультете привлекают не только школьников, но и их родителей и учителей.

Особое место в последние два года в направлении геологического ОДО заняли летние онлайн школы для учителей, которые впервые стал проводить геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова. Впервые такой формат был апробирован летом 2022 года, когда для учителей географии была проведена летняя онлайн школа «Вопросы геологии в рамках школьного курса географии». Тогда по отзывам учителей стало понятно, что именно прямого диалога с геологами не хватало учителям географии ранее в процессе подготовки к урокам на геологические темы. Было принято решение проводить такие онлайн школы ежегодно. За две летние школы обучение прошли 190 учителей из разных уголков России.

Осознавая всю многогранность геологии необходимо уже в школе формировать у будущих абитуриентов представление о междисциплинарности данной профессии. В связи с



Рис. 1. Типы мероприятий геологического факультета, разработанных для взаимодействия со школьниками и учителями

этим в 2023 году была проведена на геологическом факультете впервые междисциплинарная онлайн школа для учителей истории, географии, экологии, естествознания и литературы «Геологические условия и полезные ископаемые Средиземноморья в мифах и легендах». В школе приняли участие учителя-предметники не только из российских городов, география которых охватила всю страну от запада до востока, но также были учителя из Белоруссии, Китая, Испании (учителя школ при посольствах РФ). Полученные положительные отзывы от учителей по завершению школы лишь подтвердили необходимость и такого взаимодействия и его развития.

В целом, развитие не только тематического ряда, но и разноплановость форматов мероприятий как в дополнительном профессиональном образовании, так и общеразвивающем дополнительном образовании детей и взрослых сегодня направлено как на возрастание популярности профессии геолога, так и на повышение профессиональных компетенций современных специалистов, уже выбравших эту специальность. А высшие учебные образовательные учреждения, которые принимают участие в формировании профессионального «геологического» потенциала страны, сегодня активно вносят свой вклад, иногда и пассивный, в том числе в федеральный проект «Геология. Возрождение легенды».

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», 2012. (ред. от 04.08.2023).
2. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 18.05.2023 № 371 «Об утверждении федеральной образовательной программы среднего общего образования», 2023.

**ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ БИОДЕГРАДАЦИИ КОМПОНЕНТОВ НЕФТИ В
ПРЕДЕЛАХ ЗАЛЕЖИ (НА ПРИМЕРЕ РУССКОГО НЕФТЕГАЗОВОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО
БАССЕЙНА)**

Соболева Е.В., Большакова М.А., Шишина П.Н., Тузов И.В.

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Геологический ф-т,
г. Москва, phitan@yandex.ru

Биодеградированные нефти многих нефтегазоносных бассейнов находятся на разных стадиях деградации. По физическим свойствам и групповому составу эти нефти близки: высокая плотность и вязкость, отсутствие или незначительное содержание бензиновых фракций, повышенное содержание смол и асфальтенов. Для подобных нефтей для определения стадии биодеградации от низкой до самой высокой разработаны критерии и шкалы, основанные на изменении молекулярного состава углеводородов разных классов, [Бейли, 1973; Петров, 1978; Chosson et al., 1992; Moldowan et al., 1992; Machel, Foght, 2000; Wenger et al., 2002].

Исследователи процессов биодеградации нефти в залежи пришли к выводу, что специфика и последовательность этих процессов сильно зависит от типа бактерий, включающих углеводороды (УВ) в свой метаболизм.

По составу биомаркеров можно определить степень биодеградации нефти в залежи, которая определяется увеличением стойкости к биодеградации у биомаркеров: содержание n -алканов C_5 – C_{15} снижено (незначительная степень); 90% C_5 – C_{35} n -алканов удалено (слабая); алкилциклогексаны и алкилциклобензолы удалены, содержание изоалканов снижено (умеренная); изопреноиды (пристан, фитан и i - C_{11} – C_{18}) и метилнафталины удалены, арены уменьшаются в порядке увеличения молекулярной массы (умеренная); бициклические нафтены C_{14} – C_{16} удалены (интенсивная); биостераны ($\alpha\alpha\alpha$) уничтожаются раньше геостеранов ($\alpha\beta\beta$) и диастеранов ($\alpha\beta\alpha$), прегнаны (C_{21} – C_{22}) удалены, стераны C_{27} – C_{29} изменены, 25-норгопаны – сформированы (сильная); биодеградация 17 α (H)-гопанов происходит по схеме от C_{27} до C_{35} , биогопаны ($\beta\beta$) также уничтожаются раньше нефтяных ($\alpha\beta$ и $\beta\alpha$) гопанов (очень сильная); гопаны удалены, диастераны изменены, биодеградация идет по схеме от C_{27} , C_{28} , C_{29} (жесткая); диастераны и трициклические терпаны (хейлантаны C_{19} – C_{40}) удалены, ароматические стероиды изменены (крайняя степень). 18 α (H)-олеанан устойчивее к биодеградации, чем гопаны, гаммацеран – один из самых стойких к биодеградации, порфирины являются высоко стойкими к биодеградации [Wenger et al., 2002].

Особенности нефтей залежей апт-сеноманского нефтегазоносного комплекса Западной Сибири указывают на геолого-геохимические факторы, действовавшие на нефть в процессе ее геохимической эволюции или на состав исходного (ОВ), но не всегда можно отдельные факты интерпретировать однозначно.

Сопоставляя выводы, сделанные по аналитическим исследованиям 1970-80 гг. и новым данным по хромато-масс-спектрометрии (ХМС), можно заключить, что нефти залежи Русского месторождения геохимически относительно молодые и образовались из ОВ II типа кремнисто-глинистых нефтегазоматеринских пород (НГМП), находящегося на ранних стадиях катагенеза (ПК₃ – МК₁). Наиболее вероятные НГМП – отложения баженовского горизонта, но молекулярный состав нефти также свидетельствует, что в формировании исследованной нефти, видимо, принимали участие и обогащенные ОВ глинистые прослои меловых отложений, в которых отмечаются биомаркеры (олеанан и др.) террагенного ОВ. Соленость воды водного бассейна подтверждает наличие гаммацерана, образующегося из спирта тетрахиманола – биомолекулы липоидов живого вещества бактерий галофилов.

Сегодня мы наблюдаем нефть с довольно высокой плотностью (0,940–0,950 г/см³), молекулярной массой от 310 до 400, кинематической вязкостью при 50°C от 46,6 до 122,4 сст, отсутствием в ее составе легкокипящих бензиновой фракции (НК = 220–250°C),

содержанием асфальтенов 25–2,26, смол 8,36–15,48%, нефть малосернистая, с незначительным содержанием твердых парафинов (C_{16+}) 0,54 – 2,51%.

Безалкановые нефти залежей покурской свиты Русского месторождения Западно-Сибирского НГБ являются биodeградируемыми, на что указывают рассмотренные свойства и в большей мере состав индивидуальных компонентов.

В составе углеводородов нефти отсутствуют алканы нормального и изопреноидного строения (тип B_1 по классификации Ал. А. Петрова, 1978). Молекулярный состав нефти подтверждает биodeградацию умеренной степени, когда в нефти были уничтожены большинство алкановых УВ (н-алканы и изопреноиды) и моноциклические нафтенy. Умеренная степень биodeградации подтверждается наличием в нефти как геостеранов (C_{27} – C_{29}) и нефтяных гопанов (C_{29} – C_{35}), так и их биодиастиериомеров. Концентрации холестанов (C_{27}), метилхолестанов (C_{28}) и этилхолестанов (C_{29}) близкие. Из нефти были выделены адамантановые УВ с метильными и этильными радикалами, их содержание на фракцию 200–250°C достигает 4,07% (на нефть 0,041%). Адамантаны в биоструктурах живого вещества не известны, они могут образоваться в результате мягкого термoкатализа. Такая большая концентрация трициклических нафтенoв с мостиковой структурой может быть объяснена относительным накоплением их в процессе биodeградации, поскольку бактерии не включают их в свой метаболизм.

Во время неоген-четвертичных подвижек фундамента Западно-Сибирской плиты в районе Часельского мегавала, где находится Русское месторождение, произошло формирование блокового поднятия, разбитого многочисленными разломами с амплитудами смещения до 250 м, формировались тектонически экранированные ловушки и пути вертикальной миграции в них из НГМП. В это же время была эродирована верхняя часть палеоген-неогеновых отложений. Сформировались термобарические пластовые условия, изменился фазовый состав залежи, возникли условия для проникновения инфильтрационных вод в законтурные воды залежи и вместе с ними бактерий – аэробных углеводородoкисляющих и некоторых анаэробных.

В результате тектонических перестроек изменились состав и свойства нефти в залежи, так как она подверглась биохимическому окислению. В залежах покурской свиты (апт-сеноман) пластовые условия были благоприятны для метаболизма аэробных и анаэробных бактерий: минерализация – в среднем 9–10 г/л; гидрохимическая характеристика – хлор-кальциевые законтурные воды, отсутствие или незначительная концентрация сульфатов; водорастворенный газ – метановый; пластовые температуры – около 20°C.

Проанализировав состав нефти, можно заключить, что нефть покурской залежи Русского месторождения геохимически относительно молодая, т. е. слабо измененная термическими факторами катагенетических процессов; источниками нефти предположительно являются верхнеюрские и меловые породы, обогащенные смешанным ОВ. Кроме того, нефть биodeградирована в залежи в умеренной степени, что привело к почти полному уничтожению в ней н-алканов, изоалканов, алкильных радикалов регулярных стеранов и моноароматических стероидов, био- и геоэпимеры находятся в равных концентрациях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соболева Е. В. Условия залегания и возможный генезис безалкановых нефтей (на примере нефтей апт-сеноманского комплекса Западной Сибири): Диссертация, к. г.- м. н. – МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, 1979.
2. Bailey N.J.L., Jobsen A.M., Rogers M.A. // *Chemical Geology*, V. 11, 1973, 203-221
3. Chosson P., Connan J., Dessort D. et al. *In vitro biodegradation of steranes and terpanes: a clue to understand ins geological situations. Biological Markers in Sediments and Petroleum*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1992, pp.320–349
4. Wenger L M., Davis C.L., Isaksen G.H. Multiple controls on petroleum biodegradation and impact on oil quality. / *SPE Reservoir Evaluation and Engineering*, 5, 2002, P. 375-383. 19

ОПРОБОВАНИЕ ПЛОЩАДНЫХ МЕТОДИК ЭЛЕКТРОТОМОГРАФИИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ОБЪЕМНЫХ ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Степченко В.С., Большаков Д.К., Модин И.Н.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Геологический ф-т, г. Москва, v-stepchenkov@list.ru

Построение объемных геоэлектрических моделей по результатам трехмерной инверсии данных электротомографии [Loke, 2018] в настоящее время проводится преимущественно с использованием стандартных двумерных измерений [Модин и др., 2023] вдоль параллельных профилей (двумерные данные), расположенных на расстоянии не более двух-трех шагов между электродами, установленными вдоль профиля. Наилучший результат, по мнению авторов алгоритма [Loke and Barker, 1996], может быть получен при использовании и профильных, и межпрофильных измерений (трехмерные данные). Получение таких данных связано с целым рядом объективных трудностей.

Отсутствие специальной аппаратуры и оборудования для получения трехмерных данных восполняется применением многосегментной технологии измерений [Большаков и др., 2019], а отсутствие оптимальной методики, требует ее разработки и апробации. В большинстве публикаций по этой теме (например, [Fiandaca and Cosentino, 2008]) нет конкретных рекомендаций, приведены общие схемы и рассуждения, число измерений (от 6-8 тыс. до 50 тыс. и более), упоминаются названия установок, их ориентация и прочее, а необходимые для практической реализации методики детали аккуратно обходятся и замалчиваются, что, вероятно, связано с юридическими аспектами и коммерческой тайной. Таким образом, как правило, нет возможности воспроизвести описанные эксперименты и получить аналогичные результаты.

По нашему мнению, разработка трехмерных систем наблюдения является весьма перспективным направлением развития электроразведки постоянным током для решения малоглубинных задач инженерно-геологической направленности. Авторами настоящего сообщения предложены, разработаны и опробованы варианты площадных методик электротомографических измерений, позволяющие получать трехмерные данные пригодные для проведения трехмерной инверсии. Полученные в результате опытно-методических работ значительные объемы данных обработаны и подготовлены для выполнения инверсии благодаря использованию авторских алгоритмов обработки, реализованных на языке Python.

По результатам трехмерной инверсии получены трехмерные распределения удельного электрического сопротивления для нескольких участков. Результаты опробования площадных методик представлены совместно с результатами трехмерной инверсии двумерных данных. Выполнен качественный анализ объемных распределений удельного сопротивления и выявлены особенности геоэлектрических разрезов, проявляющиеся и в моделях полученных по трехмерным измерениям и в моделях рассчитанных по двумерным данным.

Таким образом, авторами предложены и опробованы варианты площадных методик электротомографии для построения объемных геоэлектрических моделей. Результаты измерений представлены в виде объемных распределений кажущегося сопротивления. Результаты опытно-методических работ представлены совместно с моделями, полученными по двумерным данным. Выполнен качественный анализ представленных моделей. Сделаны выводы об особенностях моделей, полученных по трехмерным данным. Основной особенностью предложенных трехмерных методик является возможность получения действительно трехмерных данных, пригодных для проведения трехмерной инверсии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Большаков Д.К., Модин И.Н., Ефремов К.Д. [2019] Многосегментная технология измерений методом электротомографии // Тезисы докладов Научной конференции

«Ломоносовские чтения - 2019», Секция «Геология», Москва, МГУ, Россия, 15-25 апреля 2019 года (16.04.19, <https://conf.msu.ru/rus/event/5604/>, 7 стр.).

2. Электротомографические исследования в кальдере Узон на гейзере Шаман (полуостров Камчатка) Модин И.Н., Скобелев А.Д., Валиулина А.М., Степченко В.С. в журнале Вестник Камчатской региональной ассоциации "Учебно-научный центр". Серия: Науки о Земле, издательство Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН (Петропавловск-Камчатский), том 60, № 4, с. 1-14 DOI (2023)

3. Fiandaca G. & Cosentino P.L. [2008] (University of Palermo) The new "Maximum Yield Grid" (MYG) Array in Full 3D Resistivity Tomography // Extended abstract of Near Surface 2008 – 14th European Meeting of Environmental and Engineering Geophysics, Krakow, P28 (5 pp.)

4. Loke M. H. and Barker R. D., [1996] Practical techniques for 3D resistivity surveys and data inversion, Geophysical Prospecting, 44, pp. 499-523

5. Loke M. H., [2018] Tutorial: 2-D and 3-D Electrical Imaging Surveys. (Copyright 1996-2018) Part 8, pp. 137-138. www.geotomosoft.com

ПРОБЛЕМЫ СТРАТИГРАФИИ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ УЗБЕКИСТАНА

Тойчиев Х.А., Абдуллаева М.А.

Национальный Университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека, Ташкент, Узбекистан¹,
Факультет геологии и инженерной геологии,
г. Ташкент, toychiyev1948@mail.ru

Четвертичные отложения Узбекистана являются сложным стратиграфическим объектом, сложность её заключается в том, что хотя эти отложения имеют повсеместное распространение, но не имеют площадного покрытия и по мере удаления от источника сноса изменяется их литологическое строение, состав, свойства, генезис, мощность, геоморфологическое расположение и пространственное распространение.

Другой важной особенностью является то, что в одно и тоже время образуется множество генетических типов разных по происхождению, литологии, мощности, геоморфологическому расположению и пространственному распространению, что чрезвычайно осложняет сопоставление их между собой и определение возраста этих отложений.

Следующая особенность, это отсутствие единого эталонного геологического разреза характерного для всего четвертичного периода или хотя бы для его стратиграфических подразделений. Сводный разрез строится из нескольких частных разрезов разных в генетическом и литологическом отношении.

Разрезы четвертичных отложений региона сокращённые, прерывистые, маломощные, фаунистически «немые», литологические и генетически разные, не имеют единого критерия расчленения и корреляции, расположены на разных геоморфологических уровнях.

Выше перечисленные проблемы привели (в прошлом) к созданию условной стратиграфической схемы четвертичного периода региона (Ю.А. Скворцов, 1932, Н.П. Васильковский, 1935, Г.Ф. Тетюхин, 1961 и др.) [Скворцов.; 1932., Васильковский.; 1935., Тойчиев.; 1976]

В настоящее время Международная стратиграфическая схема четвертичного периода в корне изменилась, вместо четырехчленной (Q_1 , Q_2 , Q_3 и Q_4) схемы, Международным стратиграфическим комитетом (2013г.) разработана и предложена для всеобщего использования новая трехчленная (Плейстоцен – Q_1 и Голоцен – Q_2) схема с ярусами: Гелазий, Калабрий, Ионий, Тарантий и Голоцен, и продолжительностью четвертичной системы в 2,5 млн. лет. Эти изменения привели к пересмотру ряда вопросов региональной стратиграфии четвертичного периода, в частности – объема, продолжительности, нижней и верхней границы стратиграфических подразделений, структуры

системы и ее подразделений, эталонов стратиграфических подразделений и критериев расчленения и корреляции.

Лессовидные отложения являются фаунистически «немым», в ряде случаев сложены однородной толщей лессовидных отложений, мергелей и алевролитов (каменных лессов), и информация в осадках закреплена по разному и во многом случаях зависит от условия, воздействия различных процессов и закономерностей образования. Многие методы не эффективны (палеонтологический и др.) и в процессе первых же пробных экспериментальных исследований они были отклонены. Наиболее эффективным оказался палеомагнитный метод, так как в лессовидных отложениях очень хорошо закреплены отпечатки Земное магнитное поле. Тем самым мы можем расчленять и коррелировать разрезы не зависимо от генезиса, литологии, геоморфологического уровня, расположения и удаленности объекта, даже в планетарном масштабе (чего не возможно было сделать раньше).

В качестве палеомагнитного репера (для расчленения и корреляции разрезов) в данном случае выступают отпечатки: направления намагниченности Земного магнитного поля (Д, J), напряженность магнитного поля (H), величина естественной остаточной намагниченности (In), инверсии магнитного поля (Iin), кратковременные отклонения и экскурсы магнитного поля (Iap) закрепленные в четвертичных отложениях. При отсутствии геомагнитных реперов рекомендуется использование геомагнитных эпох, для прямо намагниченной зоны эпоху Брюнес, а для обратно намагниченной зоны эпоху Матуямо. Кроме того в настоящее время используются стратиграфические шкалы такие как – шкала геомагнитной полярности А.Кокса, кислородно –изотопная шкала Ч. Эмилиани, биостратиграфическая шкала В. И. Громова [Громов.; 1948].

ЛИТЕРАТУРА

1. Скворцов Ю.А. К методике изучения четвертичных отложений в связи с геоморфологическим анализом Средней Азии и применением последнего в поисково – разведочном деле. Геолразведиздат, 1932, №9-10. С 6.
2. Васильковский Н.П. Стратиграфия четвертичных отложений Ферганы. Материалы по геологии Средней Азии. Т., 1935, вып.2.
3. Громов В.И. Палеонтологическое и археологическое обоснование стратиграфии континентальных отложений четвертичного периода на терр. СССР. Тр. Ин-та геол. АН СССР, выпуск 64, сер. Геол., №17. М., 1948.
4. Тойчиев Х.А. История геомагнитного поля четвертичного периода по результатам изучения осадочных пород Приташкентского района. Уз. геол. жур. №5, Т., 1976.

МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ СКРЫТЫХ СЛОЕВ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАЗРЕЗОВ

Тойчиев Х.А., Хусаинов Х.А.

Национальный Университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека Ташкент Узбекистан,
Факультет геологии и инженерной геологии,
г. Ташкент, toychiyev1948@mail.ru

Статья посвящена методике полевого магнитометрического изучения скрытых слоев геологических разрезов. Диагностическими критериями является магнитные характеристики горных пород [Тойчиев; 1996]. По мере старения породы первичные минералы разрушаются и появляются новые минералы. Чем больше порода испытывает вторичные изменения, тем больше появляются новые минералы. Эти изменения не отражаются на внешних признаках. Факторами влияющими на эти изменения могут быть как внешние (например климатические изменения) так и внутренние (это биологические или химические процессы) [Скворцов и др.; 1958]. Магнитные характеристики можно получить с помощью полевого портативного капнометра чувствительностью 10^{-7} СИ.

Как бы мы не старались детально изучить и описать геологические разрезы, вне нашего поля зрения остаются скрытые слои, которые ничем (окраской, зернистостью, структурой, текстурой и т.д.) не выделяются в разрезе, но перетерпели существенные изменения. Все эти слои остаются не изученными. Причина заключается в том, что методы применяемые до настоящего времени в геологической съемке и инженерно - геологических изысканиях не эффективны, слабо информативные, трудоёмкие, требуют затраты много времени и дорогостоящие, особенно это касается при проведении инженерно - изыскательских работ (в инженерной геологии) когда каждый слой отвечает за устойчивость зданий и сооружений [Тойчиев и др.; 2021]. Современное развитие науки и техники позволяет получить информацию об этих слоях путем применения высокочувствительных приборов. Таким прибором является полевой каппометр (чувствительность прибора 10^{-7} СИ), который предназначен для измерения магнитной восприимчивости горных пород прямо в поле на обнажении. Измерения показывают, что магнитная восприимчивость (X) материнской породы (нижележащей породы) в десятки, порой в сотни раз меньше, чем в скрытом слое, который потерпел изменения в последующие этапы развития породы. В качестве примера приведем данные измерения магнитной восприимчивости отложений геологического разреза Апартак [Бабанин и др.; 1995].

Естественная остаточная намагниченность суглинков верхней прямо намагниченной зоны изменяется в интервале $(0.8 - 23.6) \cdot 10^{-6}$ СГС, при $I_{\text{нр}} = 12.3 \cdot 10^{-6}$ СГС, а магнитная восприимчивость $(16.5 - 75.0) \cdot 10^{-6}$ СГС, при $X_{\text{ср}} = 45.6 \cdot 10^{-6}$ СГС.

Естественная остаточная намагниченность суглинков обратной намагниченной зоны изменяется в интервале $(0.1 - 15.6) \cdot 10^{-6}$ СГС, при $I_{\text{нр}} = 7.0 \cdot 10^{-6}$ СГС, а магнитная восприимчивость $(16.3 - 66.5) \cdot 10^{-6}$ СГС, при $X_{\text{ср}} = 39.8 \cdot 10^{-6}$ СГС.

Естественная остаточная намагниченность суглинков нижней прямо намагниченной зоны изменяется в пределах $(1.8 - 5.0) \cdot 10^{-6}$ СГС, $I_{\text{нр}} = 3.7 \cdot 10^{-6}$ СГС, а магнитная восприимчивость $(23.0 - 38.0) \cdot 10^{-6}$ СГС, при $X_{\text{ср}} = 28.9 \cdot 10^{-6}$ СГС. Величина $I_{\text{нр}}$ суглинков по профилю разреза постепенно увеличивается снизу вверх, только на самой верхней части опять уменьшается. Суглинки обратной намагниченной зоны намагничены слабее, чем прямо намагниченной, хотя магнитная восприимчивость у них близкая.

Особенно это наглядно видно в палеопочвенных слоях геологических разрезов четвертичных отложений.

Данная методика наиболее эффективна при геологической съемке и инженерно – геологических исследованиях. Если магнитная восприимчивость (X) не дает информацию об изменениях, то информацию об вторичных изменениях и величине ее можно получить по магнитной вязкости (I_{rv}). Эту величину в литературе еще называют величиной магнитного старения горной породы. Её можно использовать, при расчленении и корреляции разрезов лессовых разрезов четвертичных отложений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Магнетизм почв / Под ред. Бабанин В.Ф., Трухин В.И., Карпачевский Л.О., Иванов А.В., Морозов В.В.- М.Ярославль, 1995. С. 25-67.
2. Скворцов Ю.А. Тетюхин Г.Ф. К стратиграфии четвертичных отложений Узбекистана. Тез. док. к сов. по унификации стратиграфических схем Средней Азии. Госгеолтехиздат. М., 1958, Стр. 188-192.
3. Тойчиев Х.А., Хусаинов Х.А. Магнитостратиграфический метод изучения эволюций почвенных процессов. Методическое пособие. Ташкент, 2021 г. С. 15-62.
4. Тойчиев Х.А. Палеомагнитная стратиграфия континентальных четвертичных отложений Узбекистана: дисс. докт. геол.- мин. наук., Ташкент, 1996 г. Стр. 97-120.

ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ МАРГАНЦЕВЫХ РУД УЗБЕКИСТАНА

Разиков О.Т., Марипова С.Т., Туракулов А.У.

«Институт минеральных ресурсов»

Государственное учреждение (ГУ «ИМР», Узбекистан)

г.Ташкент, maripova.s@inbox.ru., odil.razikov@mail.ru.

В мире известно более 150 минералов, содержащих марганец, но промышленное значение имеет лишь небольшая часть из них пиролюзит - MnO_2 , (сод. Mn 63,2%), гаусманит - Mn_3O_4 , (сод. Mn 72,0%), браунит - Mn_2O_3 (сод. Mn 69,5%), манганит - $MnO_2 \cdot Mn(OH)_2$, (сод. Mn 62,5%), псиломелан- $BaMnO \cdot MnO_2 \cdot nH_2O$, (сод. Mn 45-60%), родохрозит – $MnCO_3$, (сод. Mn 47,8%) и др. По минеральному составу марганцевые руды подразделяются на следующие типы: окисные, карбонатные, окисно-карбонатные, браунит-гаусманитовые и окисленные, имеющие разное назначение промышленного использования.

Наибольшее промышленное значение имеют окисные руды, в которых главными рудными минералами являются оксиды и гидроксиды марганца: пиролюзит, псиломелан, манганит и др. Они отличаются высоким содержанием марганца (20-50%), легко обогащаются и являются высококачественным сырьем для химической и металлургической отраслей промышленности.

Карбонатные руды сложены преимущественно карбонатами марганца: кальциевым родохрозитом, манганокальцитом, олигонитом. Из-за относительно низких содержаний марганца (в основном не более 20-30%), трудной обогатимости и высокой стоимости концентратов эти руды используются в меньших масштабах, однако в последнее время (в Россия и др. странах мира) их доля в производстве возрастает.

Окисно-карбонатные (смешанные руды) являются переходным типом между окисными и карбонатными. Они представлены как оксидами (манганитом, пиролюзитом, псиломеланом), так и карбонатами (родохрозитом, манганокальцитом) марганца. Содержание марганца в смешанных рудах обычно до 20-25%.

При слабом метаморфизме осадочных месторождений образуются плотные браунит-гаусманитовые руды. Эти руды представляют большой промышленный интерес. При сильном метаморфизме образуются силикатные марганцевые руды, состоящие из силикатов марганца-родонита, бустамита, марганцовистых гранатов и др.

На территории Узбекистана основное промышленное значение имеет вулканогенно-осадочный тип. В качестве потенциально промышленного выделен также новый эксфильтрационный тип.

Осадочные морские (стратиформные) месторождения являются наиболее крупными по масштабам, в них сосредоточено около 80 % мировых запасов марганцевых руд. Месторождения приурочены к прибрежно-морским и лагунным терригенным и карбонатно-терригенным отложениям. *В Узбекистане* проявления марганцевого, железо-марганцевого оруденения осадочного типа встречаются в меловых и палеогеновых терригенных отложениях (Кызылкумы и Ферганская долина). **Железомарганцевые конкреции** образуют крупные скопления на дне Тихого, Индийского и Атлантического океанов, приуроченные преимущественно к рифтовым зонам с активной гидротермальной деятельностью. **Вулканогенно-осадочные** месторождения включают широкую группу месторождений, формировавшихся в областях интенсивного подводного вулканизма.

На территории Узбекистана месторождения вулканогенно-осадочного типа связаны преимущественно с карбонатно-сланцево-вулканогенной (андезит-липаритовой) формацией ордовика - нижнего силура, развитой в Зарафшано-Алайской металлогенической зоне Южного Тянь-Шаня.

К ним относятся небольшие по масштабам месторождения: Дауташское, Кызылбайракское, Тахтакарачинское в горах Каратюбе и ряд рудопроявлений в других частях Зарафшано-Алайской зоны (Зиаэтдинское, Терсаксайское и др.).

Оруденение локализуется в основном в горизонтах песчанистых, кремнистых известняков. Рудные тела представлены пласто- и линзообразными залежами протяженностью до 200 - 400 м при мощности от 2 - 5 до 12 - 17 м. Содержание марганца в рудных телах от 8 - 12 до 25 - 35%.

Месторождения кор выветривания представлены марганцевыми шляпами, образованными по марганецсодержащим метаморфизованным силикатным и карбонатным породам. Широкое развитие имеют также окисленные марганцевые руды в зонах выветривания, в том числе и на территории Узбекистана, однако рассматриваются они обычно в составе геолого-промышленных типов месторождений первичных руд.

Метаморфогенные месторождения связаны с древними метаморфическими комплексами марганценосных силикатных (гондиты) и железистокремнистых пород. **Эксфильтрационные** месторождения образуются в приповерхностных зонах разгрузки, обогащенных железом, марганцем восстановительных (глеевых) вод из глубинных частей артезианских бассейнов. Приурочены они преимущественно к нижнечетвертичным гравелито-галечниковым и меловым гравийно-песчаным отложениям.

В Узбекистане они наиболее широко развиты на Западно-Букантауской площади в Центральных Кызылкумах (Алисай, Аксай и др.) (рис. 1).

Значительный объем мировой добычи приходится на окисные руды, образовавшиеся в зонах окисления месторождений окисных, карбонатных, силикатных и других типов марганцевых руд и представленных оксидами и гидроксидами марганца, устойчивыми в зоне окисления.

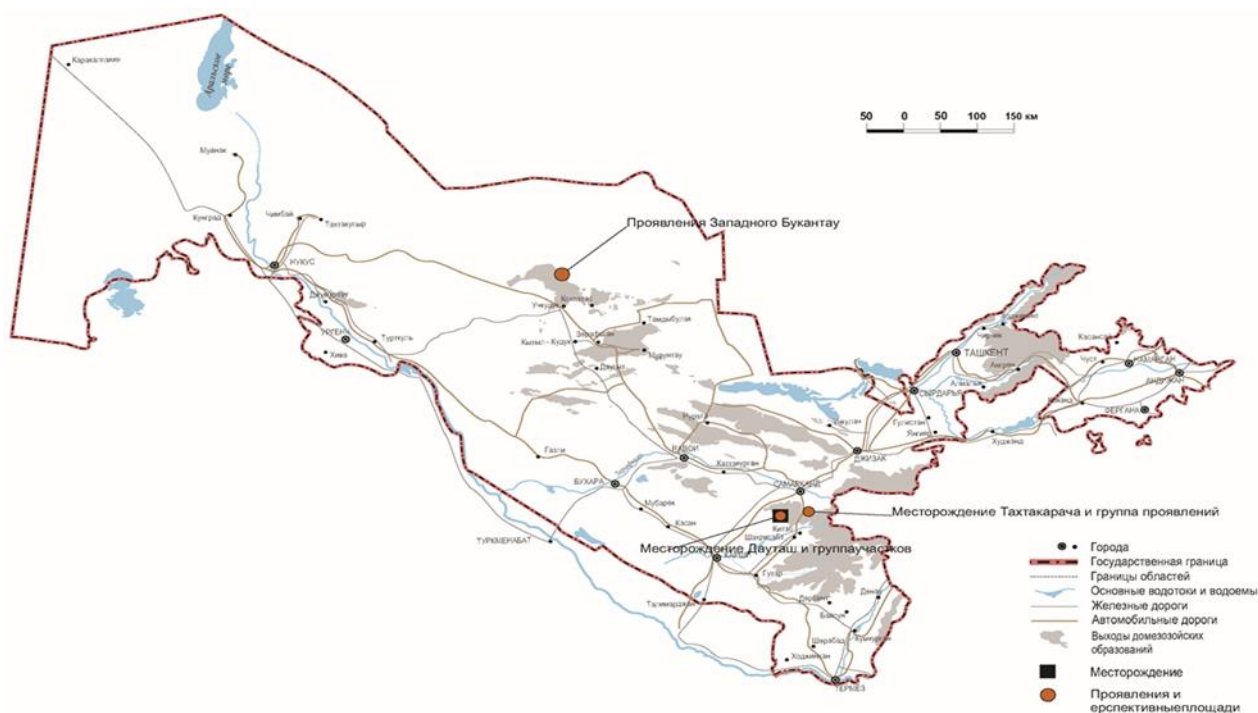


Рис.1. Схема размещения марганцевых месторождений и проявлений Узбекистана

Нередко в марганцевых рудах в том или ином количестве содержится примесь железа и при повышенном его содержании выделяются железомарганцевые руды.

Богатые марганцевые руды (содержание марганца более 35%) в зависимости от назначения могут использоваться в естественном виде.

**РАЗВИТИЕ ИДЕИ ТЕКТОДИНАМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИ
РЕКОНСТРУКЦИЯХ ПАЛЕОТЕКТОДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Умурзаков Р.А.

Ташкентский государственный технический университет им.И.Каримова
umrah@mail.ru, umruzok54@gmail.com

Тектодинамический анализ - как новое направление в геотектонике и геодинамике был разработан в стенах Московского государственного университета П.Н.Николаевым [1]. Предложенная им системная модель тектоносферы, каждая иерархическая ступень которой представляет собой модель взаимодействия тектонических напряжений, деформаций и движений, действующих в определённом объёме земной коры, стала толчком для теоретического обоснования существования иерархии полей напряжений [2]. Полученные результаты позволили дать объяснение физической природе существования дискретных объёмов в геологической среде и полей напряжений [2; 3]. Вместе с тем, получили развитие и работы, в которых была показана перспективность рангового анализа при сейсмотектонических исследованиях [4], поисках нефтяных и газовых месторождений [5; 6]. Были получены интересные, с прикладной точки зрения данные, которые имеют важное значение для разработки научных основ геолого-поисковых работ, и районирования сейсмической опасности.

Отмечается, что несмотря на множество публикаций, посвящённых описанию геологических систем, практически ни в какой из них, за некоторым исключением, быть может, геофизики, не рассматривается вопрос о критериях выделения границ между разноранговыми объектами. П.Н.Николаевым в качестве такого критерия было предложено тектоническое поле напряжений.

В пределах западной части Тянь-Шаня определены закономерности распределения разрывных нарушений и очагов землетрясений [7]. Которые свидетельствуют о существовании дискретных объёмов с различным напряжённым состоянием. В пределах земной коры западной части Тянь-Шаня и прилегающих районов Туранской плиты выделены тектодинамические системы (как взаимоотношение структуры – движений и деформаций - тектонических напряжений) трёх рангов. В приложении к истории геологической эволюции к этой триаде добавляется время – длительность их существования. Отмеченная триада иерархически упорядоченных систем в земной коре, которая проявляется в интервалах геологического времени была названа нами *палеотектодинамическими системами* [7].

На основе ритмохронологического анализа данных скважин за период от позднего палеозоя по четвертичное время выделено 3 ритма первого (условно для данного региона) ранга, 10 ритмов второго ранга и более 17 ритмов третьего ранга. Каждый ритм подразделяется на две фазы – относительно «активную» и «пассивную». На уровне первого ранга в течении мезозоя-кайнозоя выделено пять фаз: 1) поздний триас - ранняя-средняя юра; 2) средняя-поздняя юра; 3) мел; 4) палеоген; 5) олигоцен -неоген-четвертичный. Этим интервалам соответствует чередование «сжимающих» (взбросовых) и «растягивающих» (сбросовых) полей тектонических напряжений [8].

Рекомендуется обратить внимание на такую особенность организации геологической среды не только в структурном плане, но и в геодинамическом развитии.

Наличие в истории Земли крупных и мелких по длительности ритмов, определяет, например, при палеотектоническом анализе, необходимость построений изопихических схем по отдельным ранговым составляющим. Опыт реализации ранговых тектодинамических исследований [1] показал, что при таком подходе значительно повышается информативность используемых ранговых показателей: в 1000 раз – для Кавказа [1]; до 10 раз - в условиях Русской платформы при поисках нефтегазовых залежей [5]; до 20 раз в условиях Туранской плиты при оценке сейсмической опасности [4]; до 60 раз при сейсмотектонических исследованиях в условиях западной части Южного Тянь-Шаня [7].

Реализация идеи тектодинамического анализа в применении к изучению историко-геологической эволюции привела автора к разработке и опробованию *методики рангового историко – тектодинамического анализа* [7], что позволило выявить неизвестные ранее особенности палеотектонического развития региона, определить возрастное соотношение локальных складчатых структур. Так зародилось новое направление историко-структурного анализа, которое названо *историко– тектодинамическим анализом*. Историко– тектодинамический анализ - представляет собой совокупность методов рангового анализа тектонических движений и деформаций, реконструкции иерархии полей напряжений разных рангов на отдельных этапах геодинамической истории.

На конкретном примере Бухаро-Хивинского региона показана возможность применения методики для изучения тектодинамических условий и относительного возраста формирования структурных планов и ловушек залежей УВ. Практические пути использования результатов для выделения перспективных площадей. Показана возможность применения представлений о тектодинамических системах для разработки тектодинамической основы поисков рудных месторождений, где открываются перспективы решения важных вопросов не только обнаружения залежей, но и тектодинамических условий их формирования, определения механизмов формирования зон разломов, первичности (или вторичности) их по отношению к интрузивным телам. Здесь, конечно, необходимы детальные исследования.

Таким образом, отмечены следующие основные моменты: 1) при реализации методологии системного подхода в геологических исследованиях недостаточно уделяется внимания определению критерия выделения ранга, отражающего приобретение изучаемого объекта свойств целостности. В качестве такого критерия необходимо использовать изменение типа (параметров) поля тектонического напряжения; 2) установлено, что в геологической истории проявляются палеотектодинамические системы разных рангов, характеризующихся определённой длительностью деформационных режимов.

3. В качестве геолого-структурной и тектодинамической основы поисково-разведочных работ необходимы построения качественно новых карт рангового тектонического и неотектонического районирования, с учётом выявленных особенностей обратных связей между тектодинамическими системами разных рангов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаев П.Н. *Методика тектонодинамического анализа*. Москва: Недра, 1992. –295 с.
2. Осокина Д.Н. *Иерархические свойства тектонического поля напряжений // Экспериментальная тектоника*. -М.: Наука, 1989.-С.197-208.
3. Ребецкий Ю.Л. Поле глобальных напряжений Земли. *Геотектоника* // 2020. 6. С.3-24.
4. Умурзаков Р.А. *Методика и некоторые результаты районирования сейсмической опасности платформенных территорий (на примере отдельной области Туранской платформы) / Проблемы оценки сейсмической опасности, сейсмического риска и прогноза землетрясений*. Ташкент, 2004. С.183-185.
5. Зайцев В.А. *Ранговый анализ неотектонических движений Сев. части Русской плиты / «Ломоносовские чтения». Тез. Сер Геология.. М. МГУ, 1995.*
6. Зайцев В.А. *Тектодинамическая модель осадочных бассейнов Европейского Севера России и прогноз нефтегазоносности*. – М.: Издательство «Перо», 2021.
7. Умурзаков Р.А. *О реконструкции палеотектонических напряжений отдельных этапов альпийской истории Западного Тянь-Шаня / Современные проблемы геодинамики и геоэкологии внутриконтинентальных орогенов. Материалы 5-го Международного симпозиума (г.Бишкек, 19-24 июня 2011 г.)*. Бишкек: НС РАН, 2012. Т.1. С.127-133.
8. Умурзаков Р.А. *Деформационные режимы и палеотектонические напряжения низшего ранга западной части Тянь-Шаня в Мезозое – Кайнозое. Геодинамика и тектонофизика*. 2023;14(1). <https://doi.org/10.5800/GT-2023-14-1-0687>.

**ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ НАПОЧВЕННЫХ ПОКРОВОВ ТУНДРОВЫХ И
ТАЕЖНЫХ ЛАНДШАФТОВ КРИОЛИТОЗОНЫ НА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ
ПЛОЩАДКАХ**

Фалалеева А.А.

Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова,
Геологический ф-т, г. Москва, falaleeva@geol.msu.ru

При теплофизических расчетах параметров деятельного слоя криолитозоны учитываются: климатические характеристики, теплофизические свойства горных пород, особое внимание уделяется заданию теплофизических характеристик напочвенных покровов, включающих растительный и снежный покровы. В данных исследованиях был проведен расчет теплофизических характеристик напочвенных покровов для тундровых и таежных ландшафтов криолитозоны по измеренным значениям в полевых условиях, проведенных в летний и зимний периоды.

Данные по теплофизическим свойствам напочвенного покрова весьма ограничены, однако данные параметры являются одними из самых важных в тепловых расчетах. В монографии Ю.Л. Раунера [Раунер; 1972] приводится методика экспериментального изучения составляющих радиационно-теплого баланса растительных покровов. Измерения теплопроводности мохового покрова осуществлялись в основном в летнее время полевыми приборами, было определено, что основное влияние на теплопроводность мха оказывает влажность, и эта зависимость выражена в виде эмпирической формулы [Гаврильев; 1984]. Примеры теплофизических свойств горных пород и напочвенных покровов криолитозоны отражены в монографии [Гаврильев; 1998]. В статье [Brouchkov и др.; 2005] приводится методика измерения теплофизических покровов в ходе натурных обследований и зависимости изменения теплофизических свойств напочвенных покровов в связи с пожарами. Обобщенные значения коэффициентов теплопроводности наиболее характерных мохово-лишайниковых и дерновых покровов по В.П. Чернядьеву и А.В. Павлову приводятся в [Основы мерзлотного прогноза при инженерно-геологических исследованиях; 2016].

Районом полевых исследований являлась средняя часть Восточно-Европейской равнины. Для выделения ландшафтов на изучаемой территории использовалась карта ландшафтов СССР под редакцией И.С. Гудилина [Ландшафтная карта СССР масштаба 1:2 500 000; 1980]. По итогам полевых работ в летний и зимний периоды на экспериментальных площадках были составлены геоботанические описания ландшафтов, выполнен отбор проб для определения влажности и плотности грунтов в лабораторных условиях, а также проведены измерения теплопроводности и термического сопротивления напочвенных покровов. В ходе проведенных исследований ландшафты на карте И.С. Гудилина были актуализированы и уточнены, учитывая генезис ландшафтов и преобладающие типы растительности, к выделенным типам тундровых и таежных ландшафтов криолитозоны были рассчитаны теплофизические характеристики напочвенных покровов по измеренным значениям в ходе полевых исследований (табл.1).

Таблица 1. Теплофизические характеристики тундровых и таежных ландшафтов Восточно-Европейской равнины

Теплопроводность, Вт/м·К	Стандартное отклонение теплопроводности	Группы ландшафтов	Типы ландшафтов	Подтипы ландшафтов	Ключевые виды растительности
0,05-0,42	0,08	Бореальные умеренно континентальные	Тайга	Южная тайга	Asarum europaicum, Asperula odorata, Pulmonaria obscura, Aegopodium podagraria
0,05-0,31	0,09	Бореальные умеренно континентальные	Тайга	Подтайга (с широколиственно- и мелколиственно- хвойными лесами)	Dryopteris linnaeana, Bryum, Sphagnum, Carex globularis, Equisetum sylvaticum
0,03-0,41	0,11	Субарктические умеренно континентальные и континентальные	Тундра	Лесотундра	Vaccinium uliginosum, Ledum decumbens, Salix reptans, S. pulchra, Dryas punctata, Sphagnum, Bryum, Ledum decumbens, Andromeda polifolia, Vaccinium vitis-idaea, Betula nana

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаврильев Р. И. Обобщение взаимосвязи тепловых и физических свойств различных типов грунтов и торфяников // Мерзлые грунты при инженерных воздействиях. 1984. С. 14–28.
2. Гаврильев Р. И. Теплофизические свойства горных пород и напочвенных покровов криолитозоны. Новосибирск. 1998. Вып. Изд-во СО. 280 с.
3. Раунер Ю. Л. Тепловой баланс растительного покрова. Ленинград. 1972. Вып. ГИДРОМЕТИЗ. 212 с.
4. Ландшафтная карта СССР масштаба 1:2 500 000 (16 листов) / под ред. И. С. Гудилина: М.: Министерство геологии СССР. 1980.
5. Основы мерзлотного прогноза при инженерно-геологических исследованиях. 2016. Вып. «Геоинфо». 512 с.
6. Brouckov A., et al. Thermal conductivity of soils in the active layer of eastern Siberia // Permafrost. Periglacial Process. 2005. T. 16. № 2. С. 217–222.

МАГНИТОСТРАТИГРАФИЯ ПОГРАНИЧНЫХ ПЕРМО-ТРИАСОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Фетисова А.М.^{1,2}, Веселовский Р.В.^{1,2}

1 – Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,

Геологический ф-т, г. Москва, anna-fetis@yandex.ru

2 – Институт физики Земли имени О.Ю.Шмидта РАН, г. Москва

Проблема стратиграфического расчленения и корреляции континентальных пермо-триасовых толщ Восточно-Европейской платформы (ВЕП) определилась с самого начала их систематических исследований в начале XX века. На протяжении длительного времени основы стратиграфии пермо-триасового комплекса ВЕП закладывались на базе литолого-фациальных и палеонтологических характеристик. Ввиду известных особенностей формирования континентальных осадочных толщ (внутриформационные перерывы, латеральная фациальная изменчивость, отсутствие региональных литологических маркеров), вопросы как глобальной, так и внутрибассейновой корреляции пермо-триасовых разрезов были и остаются предметом оживлённых дискуссий. В этой связи одним из главных инструментов корреляции становится магнитостратиграфический метод, который получил с 1950-х годов широкое применение, и становление которого происходило на красноцветах Русской плиты [Храмов; 1963; Молостовский; 1983]. Составленные в то время первые шкалы магнитной полярности пермо-триасовых отложений Русской плиты неоднократно дополнялись и детализировались [Боронин; 1977; Буров; 1996; и др.]. Наиболее актуальная на сегодняшний день версия региональной магнитостратиграфической шкалы для перми и триаса Восточно-Европейской платформы, обобщающая работы перечисленных выше исследователей, представлена в статье [Hounslow, Balabanov; 2018]. Однако большинство из использованных при её составлении палеомагнитных данных получены без учёта современных требований к качеству и надёжности магнитостратиграфических данных (температурные магнитные чистки выполнялись до 350°C, компонентный анализ естественной остаточной намагниченности не проводился) и должны быть проверены. В связи с этим целью данной работы является уточнение и детализация строения пермо-триасового интервала шкалы геомагнитной полярности по континентальным отложениям чехла Восточно-Европейской платформы.

Полевые и лабораторные исследования, обработка и интерпретация результатов выполнялись по стандартной методике, общепринятой при проведении палеомагнитных исследований [Таухе; 2016]. Отбор ориентированных штуфов производился вручную, при помощи геологического молотка и ножа, ориентировка образцов осуществлялась горным компасом с учетом местного склонения согласно модели IGRF (13-е поколение). Из штуфов выпиливалось 1–3 палеомагнитных образца с ребром ~2 см, расположенных один над другим. Магнитные чистки палеомагнитных коллекций проводились в Центре коллективного пользования ИФЗ РАН [Веселовский; 2022] на криогенном (SQUID) магнитометре (2G Enterprises, США) и в петромагнитной лаборатории геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова на спин-магнитометре JR-6 (AGICO, Чехия). Размагничивание образцов производилось в немагнитной печи MMTD-80 (Magnetic Measurements, Англия). Обработка измерений остаточной намагниченности выполнялась при помощи программы PMTools [Ефремов; 2023].

В ходе исследований был изучен 21 пограничный пермо-триасовый разрез на территории ВЕП: в северо-восточной части (Клыково, Гаврино, Балебиха, Недуброво, Сартаково); в центральной части в долине р. Ветлуга (Сосновка, Сухоборка, Воскресенское, Знаменское, Асташиха, Прудовка), в долине р. Ока (Жуков овраг, Слукино, старое Слукино), в долине р. Ока (Окский съезд); в южно-восточной части (Самбулак, Астрахановка, Вязовка, Красногор, Воздвиженка и Боевая гора). По результатам изучения вышеперечисленных разрезов построен макет региональной магнитостратиграфической

шкалы для Русской плиты, в котором выделяется пять ортозон R_2P , N_2P , RnP , N_3P-T , R_1T . Впервые установлено более сложное, чем это считалось ранее, строение ортозоны RnP , в которой выделено пять субзон магнитной полярности. Одна из субзон – r_3RnP – включает в себя интервал аномальных палеомагнитных направлений a_1r_3RnP , являющийся региональным магнитостратиграфическим маркером и свидетельствующий о наличии эпизода аномальной конфигурации геомагнитного поля в конце пермского периода. Актуализированная в соответствии с современными требованиями к палеомагнитным данным региональная магнитостратиграфическая шкала дает возможность более точно проводить стратиграфическую корреляцию пермо-триасовых отложений Восточно-Европейской платформы на глобальном уровне.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hounslow M.W., Balabanov Y.P. A geomagnetic polarity timescale for the Permian, calibrated to stage boundaries / Eds. S.G. Lucas, S.Z. Shen // *The Permian Timescale*. Geol. Soc. London Spec. Publ., 2018, v. 450, p. 61–103
2. Tauxe L., Banerjee S.K., Butler R.F., Van der Voo R. *Essentials of Paleomagnetism*, 4th Web ed., 2016. <https://earthref.org/MagIC/books/Tauxe/Essentials/>.
3. Боронин В.П., Буров Б.В. Палеомагнитная зона Иллава в отложениях верхней перми и нижнего триаса Среднего Поволжья // *Материалы по стратиграфии верхней перми на территории СССР*. Казань, Изд-во Казан. ун-та, 1977, с. 25–52.
4. Буров Б.В., Жарков И.Я., Нургалиев Д.К., Балабанов Ю.П., Борисов А.С., Ясонов П.Г. Магнитостратиграфическая характеристика верхнепермских разрезов Поволжья и Прикамья // *Стратотипы и опорные разрезы верхней перми Поволжья и Прикамья* / Под ред. Н.К. Есаулова, В.Р. Лозовского. Казань, Экоцентр, 1996, с. 390–423.
5. Веселовский Р.В., Дубиня Н.В., Пономарев А.В., Фокин И.В., Патонин А.В., Пасенко А.М., Фетисова А.М., Матвеев М.А., Афиногенова Н.А., Рудько Д.В., Чистякова А.В. Центр коллективного пользования Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН «Петрофизика, геомеханика и палеомагнетизм» // *Геодинамика и тектонофизика*. 2022. Т. 13, № 2. Ст. 0579
6. Ефремов И.В., Веселовский Р.В. PMTools: новое программное обеспечение для анализа палеомагнитных данных // *Физика Земли*. 2023. № 5. С. 150–158.
7. Молостовский Э.А. Палеомагнитная стратиграфия верхней перми и триаса востока европейской части СССР. Саратов, Изд-во Саратов. ун-та, 1983, 168 с.
8. Храмов А.Н. Палеомагнитное изучение разрезов верхней перми и нижнего триаса севера и востока Русской платформы // *Палеомагнитные стратиграфические исследования*. Л., Гостоптехиздат, 1963, с. 145–174.

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ СКАЛЬНЫХ ГРУНТОВ И ИХ МАССИВОВ

Фролова Ю.В.

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Геологический ф-т, г. Москва, ju_frolova@mail.ru

Актуальность изучения скальных грунтов в настоящее время неуклонно возрастает. Во-первых, это связано с активным освоением горных районов, где эти грунты широко распространены. Во-вторых, возрастает техническая сложность инженерных конструкций, все больше ведется проектирование и строительство ответственных и уникальных инженерных сооружений - высотных зданий, подземных объектов различного назначения (горные выработки, тоннели, хранилища углеводородов и радиоактивных отходов и пр.), мостов, гидротехнических сооружений (плотины, тоннели, машинные залы и пр.), основанием или вмещающей средой которых являются скальные грунты. Изучение скальных грунтов проводится в рамках решения фундаментальных, научно-технических и прикладных задач инженерной геологии, грунтоведения, геомеханики. В сфере их изучения можно выделить четыре приоритетных направления: (1) исследование природы физико-механических свойств (включая реологические и динамические характеристики); (2) изучение механизмов и стадий деформирования и разрушения; (3) оценка трещиноватости, в том числе, определение механических свойств трещин; (4) оценка свойств скальных массивов.

1. Изучение природы и закономерностей формирования физико-механических свойств скальных грунтов является одной из важных теоретических задач современного грунтоведения. Как известно, в основе грунтоведения лежит генетический подход, согласно которому инженерно-геологические особенности горной породы определяются ее генезисом и последующими эпигенетическими преобразованиями. Каждая порода проходит последовательные стадии эволюционного развития, в ходе которых изменяются ее состав, строение, состояние и свойства. Пути формирования и эволюции горных пород весьма разнообразны. Среди скальных грунтов есть те, которые формируются буквально на глазах человека. Прежде всего это магматические эффузивные породы, образующиеся в течение дней-недель при застывании и кристаллизации лавы. Также к скальным относятся грунты метасоматического и метаморфического генезиса, которые образуются за счет перекристаллизации первичных магматических или осадочных пород, при которой сохраняется их твердое состояние. В отличие от них, осадочные и большинство вулканогенно-осадочных пород, формируются в ходе длительного процесса литогенеза, и в данном случае с момента образования осадка до его трансформации в скальный грунт на стадии катагенеза проходит продолжительное время. И хотя в грунтоведении изучается современное состояние пород, однако его невозможно оценить без учета всей геологической истории, поскольку на каждом этапе петро- или литогенеза порода приобретает определенные качества. Знания этих качеств, понимание их природы, факторов, на них влияющих, необходимы для прогноза динамики изменения свойств в режиме реального физического времени, особенностей деформирования и разрушения грунта под нагрузкой, поведения при взаимодействии с водой или при циклическом замораживании-оттаивании, оценки длительной прочности и т.д, а также для прогноза геологических процессов, которые могут развиваться в данных грунтах.

2. Одним из ведущих направлений в области геомеханики является изучение процесса деформирования и разрушения горных пород под нагрузкой. Для исследования этих процессов, а также визуализации развития микротрещин, помимо стандартного нагружения с регистрацией деформаций, применяются методы акустической эмиссии (АЭ), компьютерной томографии, электронной микроскопии и иные. Например, акустоэмиссионные испытания, проводимые в процессе нагружения образца, позволяют четко установить стадии

деформирования и разрушения и показать их на деформационной кривой [Wieser et al., 2014]. Судя по интенсивному росту числа акустоэмиссионных событий, лавинообразное формирование трещин начинается при величине нагрузки, составляющей для разных типов пород 50-80% от максимального разрушающего усилия. С помощью АЭ можно получить объемную картину потенциальных поверхностей разрушения в образце грунта, а также оценить длительную прочность.

3. Трещиноватость – важнейший фактор, определяющий прочностные и деформационные свойства скального массива, поэтому для оценки его поведения при взаимодействии с инженерным сооружением крайне необходимы знания не только о геометрии, заполнителе, количестве и ориентировке трещин, но и об их механических свойствах. Для оценки механических свойств трещин используют: (1) идеализированные модели, (2) экспериментальные определения (полевые и лабораторные); (3) эмпирические уравнения [Hoek, 2000; Зерцалов, 2006].

4. Наиболее сложной и важной задачей является оценка физико-механических свойств скального массива, в том числе, выбор и обоснование критериев разрушения и решения целого ряда методических вопросов. Для оценки свойств скального массива применяются: 1) крупномасштабные полевые испытания, основными недостатками которых являются большая трудоемкость и высокая стоимость; 2) косвенные методы: сочетание геофизических методов и лабораторных испытаний, поиск корреляционных взаимосвязей между параметрами; 3) эмпирические геомеханические классификации. Последние позволяют выделить категории массива по степени устойчивости и сопоставить их с физико-механическими свойствами. Всего в эмпирических классификациях используются до 20 геологических параметров: с одной стороны, это характеристики ненарушенной горной породы, с другой – характеристики массива (показатели трещиноватости и обводненности). В настоящее время для оценки свойств скального массива наиболее часто используются: 1) критерий прочности Хоэка–Брауна с геологическим индексом прочности (GSI), 2) классификация З.Т. Бенявски (1973, 1989) – рейтинг массива (RMR); 3) классификация Н. Бартона (1974) – качество массива (Q-value); 4. классификация А. Палмстрёма (1995) - индекс массива (R_{Mi}); 5) классификация О. Айдана, Н. Токашики и Р. Улусайя - рейтинг качества массива (RMQR) [Hoek, 2000; Зерцалов, 2006; Engineering Geology..., 2015]

Для Таджикистана исследование скальных грунтов и их массивов крайне актуально, поскольку большая часть территории находится в горных районах, где эти грунты широко распространены, а социально-экономическое развитие страны предполагает строительство и эксплуатацию самых различных инженерных сооружений, в том числе опасных и технически сложных объектов: ГЭС (например, Нурекская, Рогунская и др.), тоннелей (Анзобский - «Истиклол», ~ 5 км; Хатлон - ~ 4,4 км и др.), горных выработок, канатной дороги (горнолыжный комплекс Сафед-Дара) и иных. Студенты и выпускники филиала МГУ имени М.В.Ломоносова в г. Душанбе принимают участие в инженерно-геологических исследованиях на строительных объектах страны, используя соответствующие материалы для подготовки дипломных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зерцалов М. Г. *Механика грунтов (введение в механику скальных грунтов)*. М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. 364 с.
2. *Engineering Geology for Society and Territory: Proc. of the XII International IAEG Congress (Torino, 2014)*. Vol. 6. *Applied Geology for Major Engineering Projects* / G. Lollino et al. (Eds). Springer Intern. Publ., 2015. 1082 p.
3. Hoek E. *Practical Rock Engineering*. Rocscience, 2000. 341 p.
4. Wieser C., Wilfing L., Käsling H. et al. *Acoustic Emission Measurements during Unconfined Compression of Diorite Samples // 31st Conference of the European Working Group on Acoustic Emission (EWGAE)*. 2014. P.1-7.

**ТЕРМОМИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ
ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ: ГЕНЕЗИС И УСЛОВИЯ ЦИРКУЛЯЦИИ**

Харитонов Н.А.^{1,3}, Барановская Е.И.¹, Челноков Г.А.², Брагин И.В.³

1 - Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,

Геологический ф-т, г. Москва, tchenat@mail.ru

2 - Геологический институт РАН;

3 - Дальневосточный геологический институт ДВО РАН

Термоминеральные воды различного химического и изотопного состава чаще всего формируются во флюидных системах тектонически активных зон, для которых характерны высокие скорости вертикальных движений земной коры, развитие зон тектонического дробления, а иногда и проявление молодого вулканизма. Центральная Азия характеризуется повышенной современной тектонической активностью, здесь существует обилие активных разломов с высокими амплитудами и скоростями позднечетвертичных перемещений [Трифонов и др., 2021]. Обширные трещинные системы региона обеспечивают как глубокое проникновение метеорных вод в недра Земли, так и облегчают поступление глубинных флюидов в верхние гидрогеологические этажи.

Основной целью данной работы являлось изучение химического состава и изотопных характеристик ($\delta^{18}\text{O}$ и δD) в природных водах северо-западной части Центральной Азии, а также выявление условий их питания. В основу работы были положены гидрохимические и изотопные данные, полученные во время полевых работ 2019 и 2022 годов. Были изучены поверхностные водотоки (10 проб), озеро Иссык-Куль (2 пробы), подземные воды (30 проб).

Был проведен комплексный отбор проб для выяснения химического состава вод и содержания в них стабильных изотопов ($\delta^{18}\text{O}_{\text{вода}}$, $\delta^{17}\text{O}_{\text{вода}}$, $\delta\text{D}_{\text{вода}}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$, $\delta^{18}\text{O}_{\text{DIC}}$). Замер нестабильных физико-химических параметров вод осуществлялся на месте пробоотбора. Отобраны образцы водовмещающих толщ и вторичных новообразованных минеральных фаз.

Изучаемая территория характеризуется сложным геологическим строением: здесь обнаружены метаморфические, вулканогенные и осадочные образования от древних (архейских) до современных (кайнозойских) возрастов. Повсеместно распространены интрузивные толщи разнообразного состава, встречаются ультраосновные, основные, кислые и ультракислые породы. Интрузии слагают около 20% площади и имеют широкий возрастной диапазон (ранний протерозой – кайнозой). Характерной чертой геологического разреза является двухэтажность: нижний этаж образован сильно дислоцированными породами докембрия, а верхний – недислоцированными породами мезокайнозоя [Матыченков, 1987]. Докембрийские образования различного состава и генезиса формируют фундамент впадин и хребты Тянь-Шаня, а мезокайнозойские отложения заполняют впадины. Распространение термоминеральных вод региона ассоциирует с неогеновыми накоплениями в межгорных впадинах. На изучаемой территории выделяют два межгорных артезианских бассейна: Восточно-Чуйский и Иссык-Кульский. Бассейны сложены мезо-кайнозойскими континентальными осадочными породами мощностью до 5000 м [(Мандычев, 1994)].

По температуре исследованные воды были разделены на весьма холодные (до 10 °C), холодные (10÷20 °C) и термальные (> 20 °C). Все воды умеренно-щелочные (6.7 – 9.4), а окислительно-восстановительный потенциал зависит от типа воды: поверхностные водотоки с Eh 100÷220 mV, а подземные источники имеют сильно восстановительную обстановку с Eh до -260 mV (источник Джилы-Су). Минерализация вод варьирует: горные реки и родники низкоминерализованные (до 150 мг/л), а термоминеральные источники более минерализованные от 1 до 5 г/л, иногда минерализация достигает 15 г/л (месторождение Джеты-Огуз). Насыщенность газом изученных термоминеральных вод также неоднородна и меняется по отдельным участкам и скважинам.

По химическому составу высокогорные поверхностные водотоки и источники сходны и принадлежат к Ca-HCO_3 типу. Состав подземных источников варьирует и зависит от

температуры и типа водовмещающих толщ. В холодных водах преобладают Ca^{2+} и Na^+ , среди анионов HCO_3^- , редко Cl^- . В термальных источниках $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+}$ и $\text{Cl}^- > \text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}$. Высокогорные воды характеризуются низкими содержаниями микрокомпонентов, а подземные термальные содержат повышенные содержания лития, стронция, рубидия и цезия. В термальных источниках выявлены воды с очень высокими концентрациями бора до 10 мг/л (Джеты Огуз, Арашан Бебельчир, Нарзан Кара-Ой и Каджисай). В источнике Чатыркуль выявлены высокие концентрации марганца (до 5 мг/л) и железа (до 32 мг/л).

Первые данные по содержанию РЗЭ показывают, что содержание РЗЭ преимущественно низкие и варьирует от 0,07 до 0,81 ppb и наблюдается положительная корреляция между содержанием РЗЭ и минерализацией. Максимальные концентрации $\Sigma\text{РЗЭ}$ наблюдаются в воде из скважин Джеты-Огуза с высокой минерализацией, а минимальные - в скважине курорта Ак-Су. Минимальные концентрации РЗЭ наблюдаются в водах с высоким рН (8,1-9,7), а максимальные коррелируют с интервалом рН 7,3-7,9. Легкие РЗЭ (от La до Eu) доминируют над тяжелыми РЗЭ (от Gd до Lu), а максимальное содержание имеют La, Ce и Nd. Наблюдаемые различия в содержании РЗЭ в термальных водах могут зависеть от происхождения и, возможно, связаны со временем циркуляции воды.

Нами установлено, что термоминеральные воды являются изначально метеорными и формируются на глубинах от 2 до 5 км. В целом, все изученные воды ложатся близко к линии глобальных метеорных вод, что подтверждает их атмосферный генезис. Смещение холодных источников в сторону отрицательных значений отражает большую высоту зоны их питания. Кислородные сдвиги вправо и влево указывают на неравновесное изотопное фракционирование в системе вода–порода–газ. Воды озера Иссык-Куль лежат на линии испарения, что характерно для озерных вод данной климатической зоны.

Для выявления путей и механизмов происхождения и последующей эволюции подземных минеральных флюидов была проведена оценка степени равновесия исследуемых вод с водовмещающими породами и выявлены корреляционные связи между отдельными компонентами. Анализ полученных данных показывает, что концентраций основных химических элементов в изученных водах недостаточно для достижения равновесия с первичными алюмосиликатами и соответственно формирование химического состава вод на участках происходит за счет взаимодействия метеорной воды с алюмосиликатами водовмещающих пород. Источником, как кальция, так и натрия выступают, главным образом, полевые шпаты, при растворении которых в воду также поступает и кремний, впоследствии осаждающийся в виде новообразованных форм (кварца или халцедона).

Несмотря на тот факт, что большинство минеральных вод пересыщены по отношению к кальциту, тщательное изучение водовмещающих пород не выявило обилия трещин, заполненных карбонатом, более того, даже в местах выхода минеральных вод травертины не образуются. Установлено, что основной вторичной фазой на изливе являются хлориды и сульфаты.

Исследование выполнено при поддержке проекта РНФ 23-27-00119 «Генезис и условия циркуляции термальных вод кристаллических массивов горноскладчатых областей».

ЛИТЕРАТУРА

1. Мандычев А.Н. Особенности гидрогеодинамики глубоких горизонтов артезианских бассейнов областей неотектонической активизации (на примере Восточно-Чуйского и Иссык-Кульского артезианских бассейнов). Автореферат диссертации. Бишкек, 1994.
2. Матынченков В.Е., Иманкулов Б.И. Минеральные воды Киргизии. Издательство Илим. Фрунзе. 1987. 250 с.
3. В. Г. Трифонов, Е. А. Зеленин, С. Ю. Соколов, Д. М. Бачманов. Активная тектоника Центральной Азии // Геотектоника. – 2021. – № 3. – С. 60-77. – DOI 10.31857/S0016853X21030097. – EDN HRLCCK.

ЦЕНТР ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЙ ГЕОХИ РАН

Шацкий А.Ф.

ГЕОХИ РАН, г. Москва, shatskiyantnf@gmail.com

Исследование вещества Земли и планет при высоких давлениях и температурах является одной из ключевых задач геологии и планетологии. Такие исследования проводятся с применением экспериментальных и расчетных методов исследований, дополняющих друг друга. Комплекс оборудования высоких давлений, недавно установленный в ГЕОХИ РАН, позволяет проводить эксперименты при высоких давлениях и температурах. В качестве основных инструментов нами используется аппарат цилиндр-поршень для диапазона давлений 1-3 ГПа (глубины до 100 км) и многопуансонный пресс, работающий в диапазоне давлений 3-30 ГПа (соответствующих интервалу глубин 100-1000 км). Теоретические методы включают квантово-химические и термодинамические расчеты. Спектр исследований включает изучение фазовых диаграмм силикатных систем с летучими компонентами и металлических систем с легкими элементами. Также проводятся эксперименты по изучению кинетики протекания реакций, в первую очередь окислительно-восстановительных. Возможно проведение экспериментов по измерению коэффициентов диффузии элементов, фракционированию изотопов и измерению коэффициентов распределения элементов между кристаллическими фазами и расплавом.

**СТРУКТУРНЫЕ ТИПЫ МИНЕРАЛОВ КАК ОСНОВА ДЛЯ СОЗДАНИЯ
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Шванская Л.В.

МГУ имени М.В. Ломоносова, Геологический ф-т, г. Москва, lshvanskaya@mail.ru

Современной тенденцией на пути создания функциональных материалов является дизайн новых неорганических соединений на основе знаний о кристаллических структурах минералов, которые формируются в природных условиях. Такой дизайн основан на фундаментальных принципах химии и физики твердого тела [1] с учетом данных об устойчивости определенных структурных типов минералов и их изоморфной вместимости. Как правило, такой дизайн разбивается на два этапа. Первый – собственно, изучение кристаллических структур минералов, что позволяет прогнозировать их уникальные физические свойства. Второй этап – синтез природободобных фаз в лабораторных условиях и целенаправленная модификация составов и кристаллических структур для создания новых композиций с желаемыми свойствами. При подборе условий синтеза можно опираться на данные о генезисе минералов в природе и встречаемые минеральные ассоциации. Настоящая работа демонстрирует результаты синтеза, изучения кристаллохимии и физических свойств ряда природоподобных фаз с катионами переходных металлов, обладающих уникальными магнитными свойствами и перспективных в качестве материалов для ионных проводников/матриц для захоронения радиоактивных отходов.

Минерал элленбергерит, $(\text{Mg,Ti,Zr},\square)_2\text{Mg}_6(\text{Al,Mg})_6(\text{Si,P})_2\text{Si}_6\text{O}_{28}(\text{OH})_{10}$, относится к классу силикатов и кристаллизуется в природе в условиях высоких температур и давлений. В его кристаллической структуре магнитоинертные атомы образуют фрагменты различной размерности: каркас из октаэдров, связанных ребрами и вершинами и цепочки, связанные гранями, внедренные в каналы каркаса. Такой структурный мотив в случае его реализации магнитными катионами представлял интерес для изучения магнитного поведения. Нами была получена в мягких гидротермальных условиях серия фосфатов и ванадатов с катионами марганца, кобальта и никеля: $\text{Na}_{2-x}\text{Co}_6(\text{OH})_3[\text{HPO}_4][\text{H}_{x/3}\text{PO}_4]_3$ [2], $\text{Na}_{0.55}\text{Ni}_6(\text{OH})_3(\text{H}_{0.61}\text{PO}_4)_4$,

$(\text{Na}, \text{Ni})_{0.64}\text{Ni}_{5.68}(\text{OH})_3(\text{H}_{0.67}\text{PO}_4)_4$ [3] и $\text{Mn}_6\text{Mn}_{1-2/3z}(\text{OH})_3(\text{VO}_4)_3[(\text{VO}_4)_{1-2z}(\text{V}_2\text{O}_7)_z]$ [4]. Было установлено, что все соединения демонстрируют низкоразмерное поведение, связанное с двойными цепочками из октаэдров переходных металлов, формирующих каркас и переход в антиферромагнитное состояние со слабой ферромагнитной компонентой при температурах 44, 42.5, 61 и 63 К для Co, Mn и Ni аналогов, соответственно. При этом октаэдрические цепочки вносят парамагнитный вклад в наблюдаемое магнитное поведение. Кроме того, впервые показана возможность внедрения катионов натрия в широкие каналы элленбергеритового каркаса, что делает перспективным изучение ионнопроводящих свойств соединений такого типа.

Методом гидротермального синтеза целенаправленно получены монокристаллы аналога редкого минерала намибит $\text{Cu}(\text{BiO}_2)\text{VO}_4\text{OH}$. В его кристаллической структуре медь-центрированные кислородные октаэдры связываются вершинами и образуют цепочки, вытянутые вдоль оси *b*. Такие цепочки дополнительно армируются ванадатными тетраэдрами и разделяются катионами висмута. Интересно, что минералов с вершинным сочленением CuO_6 полиэдров найдено менее десятка. Самым же распространенным 1D - структурным мотивом является цепочка из медь-кислородных октаэдров, связанных по ребру, таких минералов насчитывается около 50. Наличие цепочечных мотивов из магнитоактивных катионов предполагают возможность существования спиновой запутанности между ними, т.е. фундаментального свойства материи, которое может быть востребовано для развития квантовой информатики. Исследование магнитной восприимчивости и теплоемкости синтетического ванадата $\text{Cu}(\text{BiO}_2)\text{VO}_4\text{OH}$ показало отсутствие перехода в магнитоупорядоченное состояние вплоть до температуры 2 К, несмотря на наличие сильных антиферромагнитных взаимодействий $J = 555$ К в магнитной подсистеме данного соединения [5]. Тем самым намибит является уникальным объектом для изучения явления спиновой запутанности при комнатной температуре.

Поллуцит, $\text{CsAlSi}_2\text{O}_6$ - единственный промышленно важный минерал цезия, цеолит, топология смешанного анионного каркаса которого относится к так называемому структурному типу ANA, объединяющему ряд других минеральных фаз: собственно, анальцит ($\text{NaAlSi}_2\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$), лейцит (KAlSi_2O_6), вайрацит ($\text{Ca}_8\text{Al}_{16}\text{Si}_{32}\text{O}_{96} \cdot 16\text{H}_2\text{O}$). Алумосиликатные каркасы типа ANA на протяжении нескольких десятилетий рассматривались как перспективные матрицы для захоронения радиоактивного цезия. Однако получать такие матрицы методом твердофазной реакции экономически нецелесообразно ввиду высоких энергетических затрат, температуры синтеза составляют порядка 1400° С. К тому же цезий при таких температурах способен к летучести. Нами раствор-расплавным методом получены алюмофосфатные аналоги поллуцита при температуре 750° С. Показано, что $\text{Cs}_2(\text{M}, \text{Al})_3\text{P}_3\text{O}_{12}$ где $\text{M} = \text{Cu}, \text{Mn}$ кристаллизуются в пространственной группе $I4_132$ и диссимметризация их каркаса, по сравнению с более высокосимметричным алумосиликатным ($Ia\bar{3}d$), связана с частичным упорядочением тетраэдрических катионов, а именно атомов фосфора и металлов [6]. Установлено также, что внедрение катионов меди приводит к искажению тетраэдрического каркаса, в результате чего наблюдаются наименьшие расстояния цезий – кислород, по сравнению со случаями внедрения кобальта и марганца. Таким образом, атомы цезия становятся еще более «заперты» в каналах каркаса типа ANA, что свидетельствует о потенциале подобных матриц для иммобилизации радиоактивных отходов.

На основании вышеописанных примеров показано, как данные о кристаллических структурах минеральных фаз становятся источником для творческого подхода к созданию новых соединений с уникальными и технологически важными свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Третьяков Ю. Д. // Усп. хим. 2004. 73. № 9. С.899–916; Russian Chem. Reviews. 2004. 73. № 9. P. 831–846.

2. Yakubovich O.V. et al. // Dalton Trans. 2015. 44. P. 11827–11834.
3. Shvanskaya L.V. et al. // Inorg. Chem. 2022. 61. P. 4879-4886.
4. Shvanskaya L.V. et al. // New J. Chem. 2024. 48. P.1952-1957.
5. Shvanskaya L.V. et al. // JETP 2023. 137. P. 520-525.
6. Shvanskaya L. V. et al. // Phys Chem Miner. 2018. 45. № 7. P. 633–640.

ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ЛАНДШАФТА С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Шерхов А.Х., Акаев А.Р.

ФГБУ «Высокогорный геофизический институт»

г. Нальчик, fff.ddd.11@mail.ru, akaev.axmat@mail.ru

В силу постоянно ускоряющихся процессов природного и техногенного характера на предгорных и высокогорных территориях, задача осуществления контроля за изменениями различных участков поверхности, представляющих возможную угрозу в плане селевой или оползневой опасности для объектов жизнедеятельности в горах, набирает актуальность.

Возможности количественной оценки пространственно–временных изменений рельефа рассмотрены на примере сопоставительного анализа данных съемки беспилотным летательным аппаратом (БПЛА) «DJI Mavic Air 2» участка русла горной реки до, и после прохождения по нему наносоводного селевого потока. Съемка рельефа исследуемого участка поверхности, производится с высоким разрешением и точной привязкой объектов в заданной системе координат. На основе обработки полученных материалов в специализированном программном обеспечении Agisoft Metashape Professional построены разновременные цифровые модели ландшафта, а также геопривязанные ортофотопланы исследуемого участка, которые практически лишены искажений и с высокой точностью отражают морфометрические параметры объекта наблюдений в каждом случае [Докукин и др., 2021; Ерофеев и др., 2018; Коновалова, 2010; Mishra, 2021]. Здесь были построены базовые, аппроксимирующие плоскости, которые, с целью расчета программой объема пространства ниже заданной плоскости, до поверхности, совмещались по точкам рельефа, расположенным выше уровня воздействия потока. В данном случае, в зоне прилегающей к створу проема моста выше по течению, рассчитанные значения объема ниже базовой плоскости составляют: 11665.3 м³ до прохождения потока и 7042.0 м³ после. Разница этих показателей - 4623,3 м³, показывает объем материала, отложенного наносоводным селевым потоком, выше текущего уровня воды, на обследуемом участке (рисунки 1,2).



Рисунок 1. Сектор ортофотоплана исследуемого участка ландшафта.

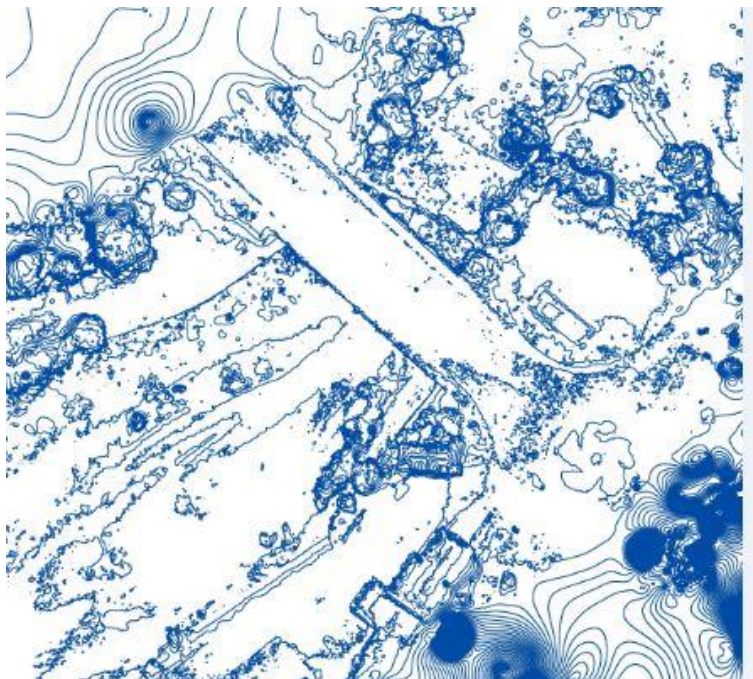


Рисунок 2. Вариант цифровой модели рельефа исследуемого участка.

Таким образом, результаты обработки материалов разновременных съемок БПЛА на относительно небольших участках горных территорий с протекающими в них опасными русловыми и склоновыми процессами, позволяет в оперативном режиме и с высокой точностью отслеживать динамику различных геоморфологических и гидрологических явлений.

Точные сведения о количественных значениях морфометрических параметров природных объектов, несущих потенциальную угрозу жизнедеятельности в горах, существенно повышают эффективность разработки адекватных оперативных мероприятий, проектирования защитных сооружений и др., в целях предотвращения или минимизации негативного воздействия опасных природных процессов на селитебных территориях [Allen, 2015].

Данные аэрофотосъемки локальных участков горных территорий, подверженных опасным склоновым и русловым процессам, в соответствующей программной проработке, способны составить актуальную информационную основу при решении многих задач на разных направлениях геоэкологических, гидрологических, геоморфологических исследований, а также ландшафтоведения и картографии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Докукин М.Д., Беккиев М.Ю., Калов Р.Х., Савернюк Е.А., Черноморец С.С. // Мониторинг обвалов, оползней и других разрушительных процессов в высокогорной зоне на основе анализа разновременных космоснимков. Изучение опасных природных процессов и геотехнический мониторинг при инженерных изысканиях (Материалы Общероссийской научно-практической конференции). ООО «Геомаркетинг». – Москва. 2021. С. 59-68.
2. Ерофеев А.А., Ябаркин А.Ю., Еремеев В.Ф. // Первые результаты аэрофотосъемки горно-ледникового бассейна Актру с использованием БПЛА. В сборнике: Применение беспилотных летательных аппаратов в географических исследованиях. Материалы Всероссийской научно-практической конференции (Иркутск, 22–23 мая 2018 г.). – Иркутск. 2018. С. 68-70.
3. Коновалова Т.И. // Геосистемное картографирование - Новосибирск: Академическое изд-во «Гео» - 2010. С. 112-115.

4. Allen S.K., Rastner I.P., Arora I.M., Huggel I.C. // Stoffel I.M. Lake outburst and debris flow disaster at Kedarnath, June 2013: hydrometeorological triggering and topographic predisposition. Landslides. - 2015. P. 57-61.
5. Mishra NB, Miles ES, Chaudhuri G, Mainali KP, Mal S, Singh PB, Tiruwa B. // Quantifying heterogeneous monsoonal melt on a debris-covered glacier in Nepal Himalaya using repeat uncrewed aerial system (UAS) photogrammetry. Journal of Glaciology. - 2021. – N 1 (17). P.23-28.

COMPARATIVE ANALYSIS OF SEISMIC EXPLORATION METHODS RW-MS, RW-MP, MASW FOR CALCULATING VELOCITY CHARACTERISTICS IN ENGINEERING GEOPHYSICAL SURVEYS

Yusupov D.D.¹, Mamarozikov T.U.¹, Otajonova Sh.Kh.²

1 - Institute of Seismology named after G.A. Mavlyanova, Uzbekistan, Tashkent,
diyorbek.yusuopov@gmail.com

2 - Center for Advanced Technologies, Uzbekistan, Tashkent

In conducting engineering seismic surveys, obtaining information about the seismic-geological conditions of the surveyed area is necessary for a confident assessment of seismic intensity increment. Therefore, providing information on shear wave velocities is crucial for assessing seismic hazard. Investigating shear wave velocities in engineering surveys is motivated by the fact that the water content significantly affects the quality of longitudinal wave studies [Aleshin; 2017]. Invasive and non-invasive methods are distinguished for evaluating the velocity characteristics of soils. Invasive methods involve obtaining borehole information and soil sampling for laboratory analysis. While these methods are the most accurate, extrapolating borehole data to larger study areas may not always be appropriate. Non-invasive methods are based on studying the physical fields of the object under investigation. The primary non-invasive method for obtaining velocity characteristics of the surveyed area is seismic exploration, which is based on the study of elastic wave fields.

The primary methods of seismic exploration used in engineering surveys for constructing depth-velocity models (DVM) of the medium are distinguished: the method of reflected waves (RW-MS), the method of refracted waves (RW-MP), [Bogannik, Gurvich; 2006] Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW) [Öz Yilmaz; 2015]. Each of these methods is based on the study of different types of waves; however, each of them addresses the task of obtaining the velocity characteristics of the medium and geometrizing the investigated object to a certain degree of accuracy. Within the framework of this study, a comparative analysis of the above methods was performed on model data. The characteristics of the model are presented in Table 1.

Table 1. Characteristics of the model

Layer	Vp (m/s)	Vs (m/s)	ρ (kg/cm ³)	h(m)
1	400	175	1500	18.6
2	450	280	1600	15.2
3	1100	350	1700	50

The execution of the experiment on the model is conditioned by the mandatory presence of prior data on the velocity characteristics of the section, as well as on the geometry of the soil layers.

Based on the specifics of each method and the task of accurately tracing the investigated model, surveys were designed with the following parameters, which are presented in Table 2.

Table 2. Design parameters for the methods RW-MS, RW-MP (modified by refraction seismic tomography), MASW

Method	Receiver Spacing (m)	Source Spacing (m)	Number of Receivers	Number of Sources
RW-MS	2	4	48	24
RW-MP	2	4	48	24
MASW	2	24	48	5

The results of the comparative analysis of the considered methods suggest that the method of Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW) is partly more suitable for tasks of seismic microzoning. However, the choice between these methods strongly depends on the geological structure characteristics of the investigated area. While the MASW method may yield less accurate data compared to the RW-MS method (Fig. 1, 2), conducting the latter is a challenging procedure for engineering surveys in noisy areas. In terms of determining velocity characteristics, the most accurate values were obtained using the RW-MS and MASW methods, but correct geometrization of the object is possible only when using the RW-MS and RW-MP methods (Fig. 3). However, it should be noted that for more comprehensive studies comparing the above methods for solving the tasks of obtaining velocity characteristics of the medium, a comparative analysis is planned on more complex model data as well as on real data with reference to borehole information from Vertical Seismic Profiles (VSP).

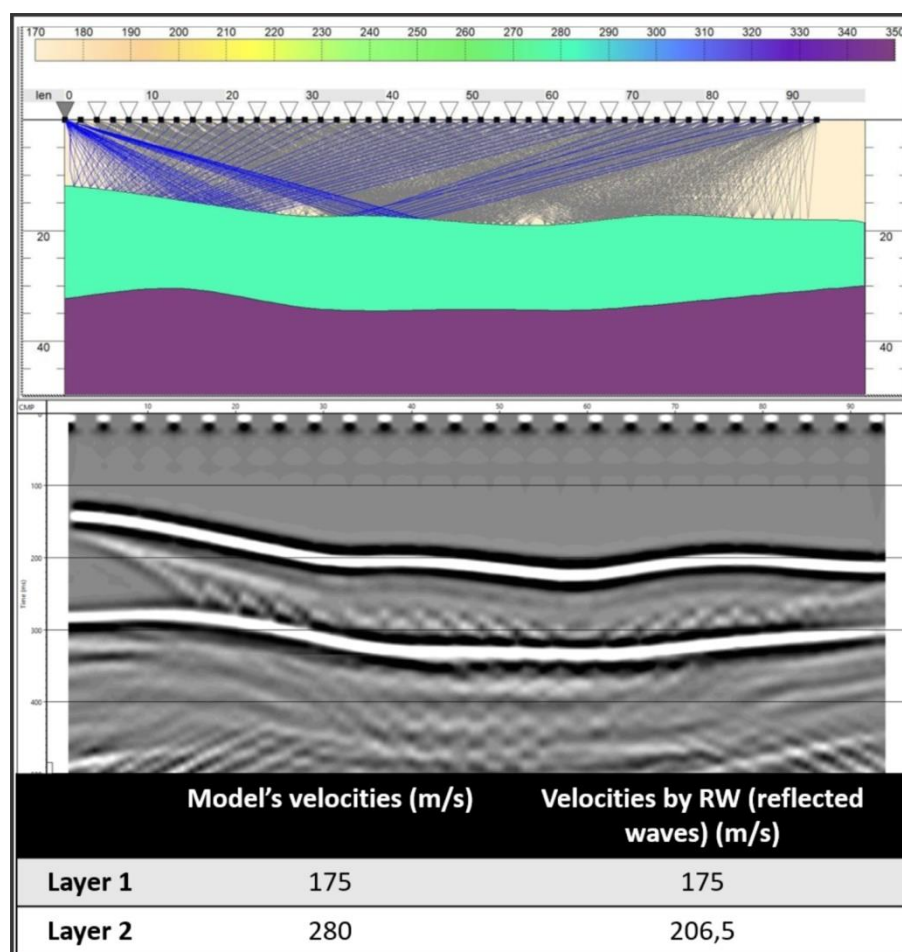


Figure 1 – Comparison of the geological model with the calculated temporal section of the medium based on RW-MS data.

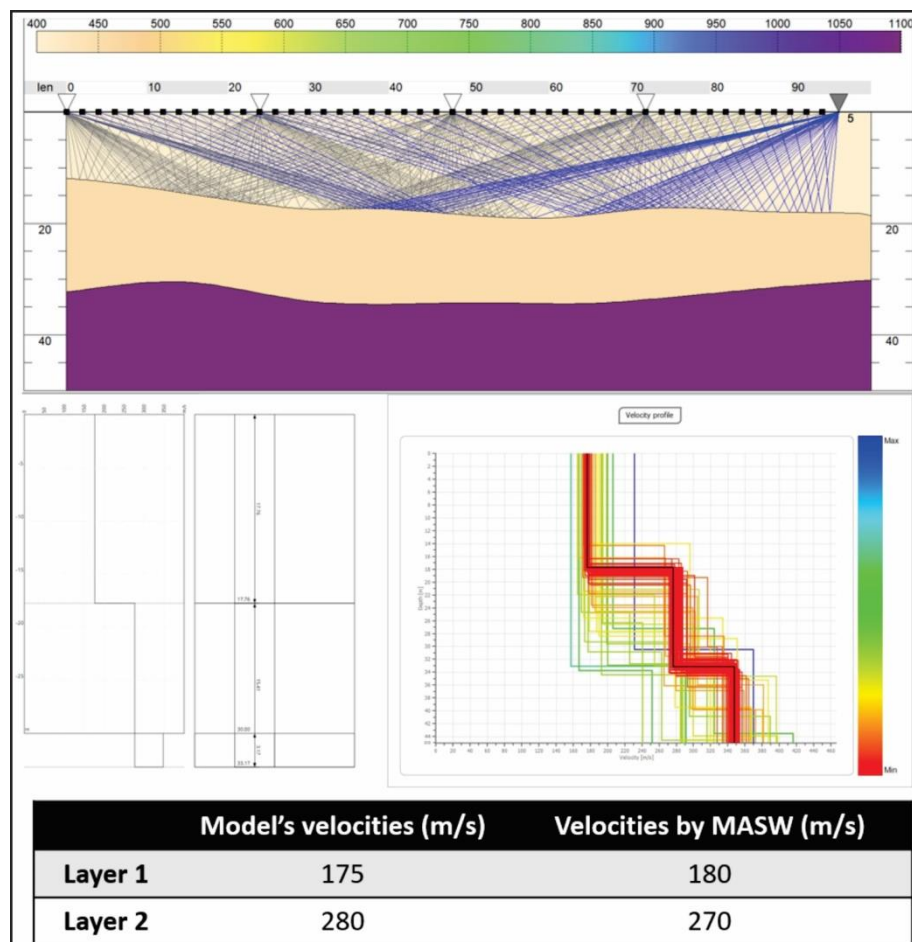


Figure 2 – Comparison of the geological model with the calculated depth-velocity model of the medium based on MASW data.

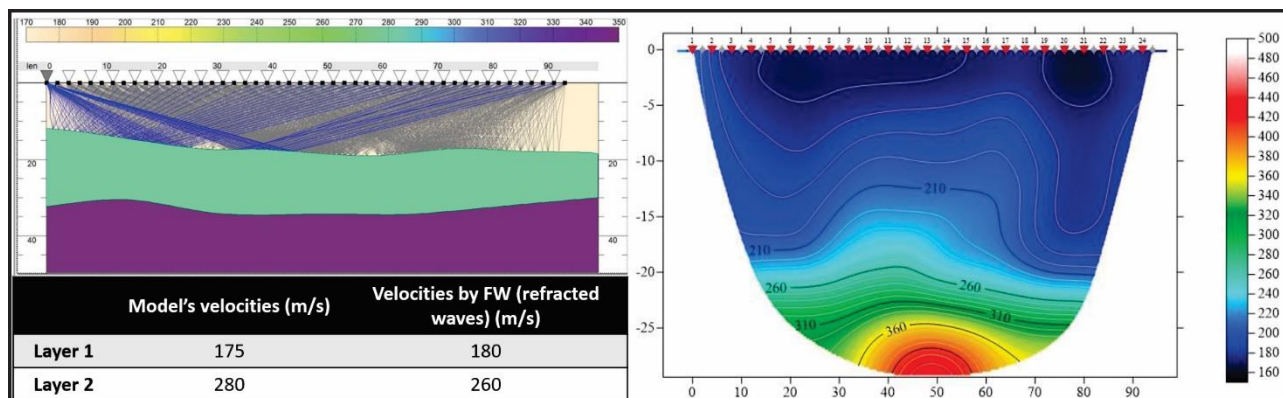


Figure 3 – Comparison of the geological model with the calculated depth-velocity model of the medium based on RW-MP data.

REFERENCES

1. Aleshin A.S., *Kontinualnaya teoriya seismicheskogo mikroraznicheniya* / M.: Nauchnii mir, 2017. 302 s.
2. Bogannik G.N., Gurvich I.I. *Seismorazvedka: Uchebnik dlya vuzov*. Tver: Izdatelstvo AIS, 2006. 744 c., 204 il.
3. Öz Yilmaz, *Engineering Seismology with Applications to Geotechnical Engineering*. (2015). (n.p.): Society of Exploration Geophysicists.

A HARDWARE AND SOFTWARE COMPLEX DESIGN FOR ASSESSING THE SEISMIC RESISTANCE DEFICIT BASED ON A SINGLE-BOARD MICROCOMPUTER RASPBERRY PI

*Yanbukhtin I.R., Mamarozikov T.U., Zakirov A.Sh., Alimukhamedov I.M., Oripov N.K., Lee A.V.,
Musaev U.T., Abdurakhmonov G.Yu.*

Center for Advanced Technologies, Uzbekistan, Tashkent, ilyas_7@mail.ru

Construction is one of the drivers of economic growth in the country. The expansion of construction is associated with such factors as population growth, increasing welfare and purchasing power of citizens. In turn, the growth of construction contributes to the creation of new architectural solutions and improvement of infrastructure.

Advances in research related to subsurface or seismic hazard characterization are often limited by the excessive cost of the necessary equipment. This fact, along with the growing development of microcontrollers and open source electronic platforms, has led some researchers to develop single, triple- and multi-channel seismic recorders [Soler-Llorens; 2019].

For example, in the work of Sarao et al., an inexpensive seismometer based on Arduino was developed for educational purposes. However, variations in sampling rate and amplitude make it unreliable for research purposes. In the works of Picozzi et al. and Fischer et al., various wireless seismic recorders have been developed for earthquake early warning systems. However, these works do not reveal the inter-station synchronization required for seismic array measurements [Soler-Llorens; 2019].

Among the available set of geophysical and, first of all, seismic methods, in recent years the Nakamura method (EuroCode8) has become widely used in world practice, which allows using three-component registration of microseismic natural background to study structures in order to obtain the frequency response of the building and evaluate its main parameters necessary for express assessment of the seismic stability of buildings and prediction of their behavior during earthquakes. Using the resources of the ARTEMIS MODAL program, it is possible to obtain modal analysis results for a given building structure and conduct assessments of its seismic stability.

To obtain the frequency response of a building, accelerometers or velocimeters are often used, having in their design a three-axis velocimeter or accelerometer, GPS, an analog-to-digital converter, a memory card and a control module. As part of solving the problem of developing a hardware-programmed complex for assessing the seismic resistance deficit of buildings and structures, a model of a device was developed based on a single-board microcomputer Raspberry PI (Fig. 1) with ADS1256 ADC modules, ADXL355 accelerometer, GPS NEO6MV2, non-volatile internal time clock RTC 3132, GD- 2, GD-2H velocimeters, battery.

For stable operation of the complex, a minimum of 2 GB of RAM and a 2-core processor with a clock frequency of 1.5 GHz are required. Also, interfaces are required to connect the sensor, LED indicators and controls.

The Raspberry PI 4B single board computer meets these requirements, and also has additional advantages, such as a large community of users and developers, which allows you to select more optimal software modules, libraries and solutions.

Python version 3 was chosen as the development language and runtime environment for the software part, since for this programming language there is an extensive base of solutions for mathematical calculations and, no less important, for seismological problems. A short list of such solutions:

- a) NumPy – mathematical functions and procedures;
- b) SciPy – library for scientific computing;
- c) ObSPi – a library for solving seismological problems

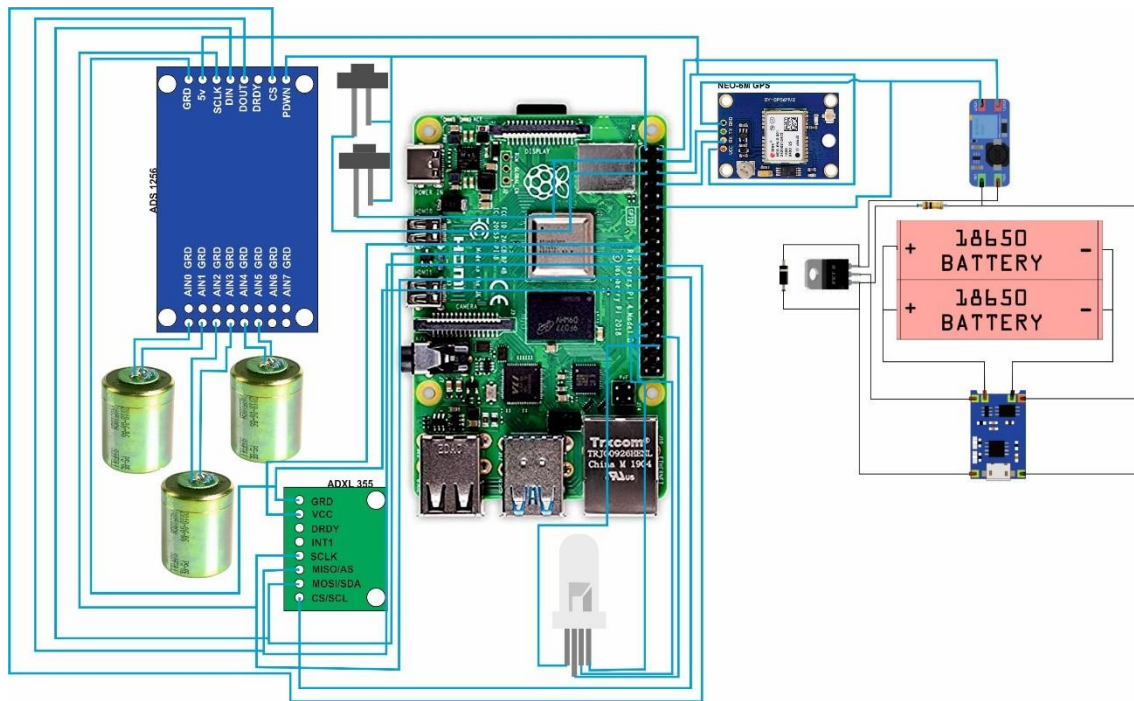


Figure 1. Module connection scheme

The software part of the complex for assessing the deficiency of seismic resistance of buildings and structures consists of several important parts:

- a) Main application - for reading acceleration data from the sensor, pre-processing and saving as text files;
- b) Special settings for Raspberry PI OS (Debian-based operating system for Raspberry PI) - for servicing the main application, for processing the push-button interface, for activating the GPS receiver.

In order to determine the performance and suitability for operation of the developed device, testing of the hardware and software complex was carried out to assess the deficiency of seismic resistance of buildings and structures, which was carried out in several stages. Each stage included stress testing, which simulated various operating conditions: unstable power supply, incorrect installation of the measurement complex, and operating errors of the complex.

Tests have shown that the assembled prototype of the hardware and software complex makes it possible to obtain identical vibration records. Further work is aimed at finalizing the software to solve problems of collecting, transmitting and processing data.

REFERENCES

1. Soler-Llorens, Juan Luis & Galiana-Merino, Juan & Benabdeloued, Boualem Youcef Nassim & Rosa-Cintas, Sergio & Zamora, Javier & Giner-Caturla, Jose. (2019). Design and Implementation of an Arduino-Based Plug-and-Play Acquisition System for Seismic Noise Measurements. *Electronics*. 8. 1035. 10.3390/electronics8091035
2. Soler-Llorens, Juan Luis & Galiana-Merino, Juan & Giner-Caturla, José & Rosa-Cintas, Sergio & Benabdeloued, Boualem Youcef Nassim. (2019). Geophonino-W: A Wireless Multichannel Seismic Noise Recorder System for Array Measurements. *Sensors*. 19. 4087. 10.3390/s19194087.

СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ

**ЛИТОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗОЛОТОРУДНОЙ
МИНЕРАЛИЗАЦИИ УЧАСТКА АКЧАСАЙ ЮГО-ЗАПАДНЫХ ОТРОГОВ
ЧАТКАЛЬСКОГО ХРЕБТА**

Абдуллаев А.Х., Рахмонов С.Б., Чўллийев Ф.С.

Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, Факультет геологии и инженерной геологии,
г. Ташкент, abrorabdulaev1987@gmail.com

Поиски по первичным ореолам проводятся с целью обнаружения месторождений, залегающих на больших глубинах и не выходящих на дневную поверхность. В основу метода положены теоретические представления о формировании ореола вокруг рудного тела в процессе его образования, что позволило получить новые лито геохимические данные по золоторудной минерализации участка Акчасай юго-западных отрогов.

Результаты геохимического опробования коренных пород по единичным профилям (при мелкомасштабных работах), по отдельным буровым скважинам или обнажениям отображаются в виде графиков распределений, на которые наносятся абсолютные значения содержаний химических элементов. При наличии нескольких геохимических пересечений, позволяющих оконтурить участки близких концентрации элементов, данные геохимического опробования изображаются в виде планов поверхности, по горизонтальных планов и разрезов. Распределение элементов отражено линиями, объединяющими пробы с единым содержанием элементов (линии изо концентраций).

На основе отработки числового массива, интегрированного в ЛБД, методами статистического, корреляционного и факторного анализов распределения основных рудогенных элементов, а также мультипликативных показателей, характеризующих геохимические особенности участка Акчасай, их идентификации с эталонами (месторождение Кызылалмасай, Кочбулак, Кайрагач, Каульды, Пирмираб и др.) ниже приводится оценка перспективности выделенных аномалий [Далимов и др.; 2003]. В частности, описаны аномалии ведущих элементов: золото, серебро, свинец, цинк, медь, молибден, мышьяк, вольфрам. Кроме указанных элементов в математическую обработку вошли сурьма, висмут, кобальт, олово.

Золото. Первичные лито геохимические ореолы первого элемента на участке Акчинский интрузив образуют 3 небольших аномальных поля. Первое, размером 80 х 400 м, в центре участка с интенсивностью до 0,2 г/т в эпицентре. Два других расположены в 210 м к западу от первой. Интенсивное!!, второго аномального поля, размером 100 х 350 м, составляет 0,05 г/т и выше. Третья расположена южнее предыдущих и имеет размер 150 х 500 м, оконтурена по минимально-аномальному содержанию 0,058 г/т. Все указанные данные приведены после обработки геохимической информации на ПЭВМ. [Ишбаев; 1994]. В связи с высоким пределом ниже аномального значения золота 0,058 г/т, а также по опыту работ прежних лито геохимических исследований, малое количество выявленных ее аномалий на исследуемой площади, принятый порог минимального значения 0,01 г/т, дал возможность выделить ряд аномальных геохимических полей.

Серебро. Ореолы его развиты на большей части площади, наиболее интенсивные, из которых расположены в центральной и восточной территориях участка. Самое восточное контрастное аномальное поле серебра имеет размер 650 х 1100 м, в эпицентре которого установлены значения 0,000189 %. Далее к западу, в центральной части оконтурены два аномальных поля. Одно из них расположено на севере, размер которого 1400 х 1600 м с наивысшей концентрацией 0,00015 %. Южнее ее, оконтурен ореол размером 180 х 650 м с аномалией в эпицентре 0,00018 %. Все ореолы серебра имеют тенденции вытянутости в широтном направлении и оконтурены по минимально-аномальному значению 0,00001 %. [Пирназаров М.М. и др., 2007].

Свинец. Минимально-аномальное значение свинца составляет 0,003 %, по которому оконтурено слабо контрастное геохимическое поле, покрывающее гораздо меньшую площадь, чем серебро. Наиболее максимальные концентрации установлены на юго-востоке участка, где в эпицентре ореола свинца значение достигнуто 0,1 %. На юго-восточной части содержание свинца установлено 0,15%. В центральной части с изоконцентрацией 0,01 % оконтурено 17 аномалий, в 8 из них установлены внутренние изоконцентрации 0,03 %, в которых выявлены отдельные точки с содержанием 0,05 %. В западной части площади выявлены 6 одиночных ореолов свинца с концентрацией 0,004 %, из которых в 2-х аномалиях отмечено содержание 0,03%.

Цинк. Его ореолы, с минимально-аномальным содержанием 0,007 %, выделенные с помощью ПВЭМ оконтуривают основную часть площади, имея расплывчатый контур. В восточной части выделены 6 аномалий, с содержанием 0,02 %, внутри контура. Наиболее интенсивная, свыше 0,07 %, выявлена на юго- востоке с размером 110 х 360 м. В центральной части установлено 8 аномальных поля с интенсивностью, свыше 0,02 %, наиболее крупное из них имеют размер 290 х 450 м. В западной части ореолы цинка покрывают площадь до 60 %, где установлена одна аномалия, размером 60 х 100 м и с содержанием свыше 0,02 %. Выделены ореолы цинка, имеющие вытянутые формы в шпротном направлении с концентрацией от 0,007% до 0,02% с содержанием в отдельных пикетах до 0,07 %. [Голованова; 2001].

Заключение. На основании проведенных лито геохимических работ по первичным ореолам, выделены ряд аномальных геохимических структур:

- аномально-геохимическая полоса (1) запад северо-западного простирания;
- аномально-геохимические зоны (4), две из них 2 и 3 короткие 300 х 400 м северо-западного простирания и еще две — северо-восточного 1450 м и 1000 м;
- аномально-геохимические поля (3), объединяющие ряд ореолов с высокими аномальными содержаниями широкого круга элементов.

Сопоставление аномалий с эталонными месторождениями не дало ярких результатов. При детальном исследовании геохимические ореолы рекомендуется оконтуривать ручным способом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Далимов Т.Н., И.Н.Ганиев, Х.Д.Ишбаев *Фанерозойский магматизм Чаткало-Кураминского региона как производное мантийных плюмов // Тр. Межд. науч.-практ. конф. – Ташкент, 2003. – С. 323-325.*
2. Ишбаев Х.Д. *Включения пород в верхнепалеозойских магматических образованиях и опыт реконструкции глубинного строения земной коры Чаткало-Кураминского региона (Срединный Тянь-Шань). Автореф. дис. канд.геол.мин.наук. – Ташкент: ИГГ АНРУз. 1994. 23.*
3. Пирназаров М.М., Колоскова С.М. *Золотоносные рудно-геохимические системы Шаваз-Дукентского грабена (Восточный Узбекистан). – Ташкент, 2007. 95 с.*
4. *Рудные месторождения Узбекистана / Под. ред. Голованова И.М. Ташкент: ИМР, 2001. 660 с.*

ПАЛЕОПОЧВЕННАЯ ЗАПИСЬ В ЛЁССАХ ЧИРЧИК-АХАНГАРАНСКОГО РЕГИОНА УЗБЕКИСТАНА

Абдуназаров У.К., Стельмах А.Г., Сабитова Н.И.

Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, Факультет Географии и информационных систем, stelmakhag@rambler.ru

Одной из важных компонентов четвертичного лёсса – нахождение погребенных почв или палеопочв. Палеопочвы, сформировавшиеся в лёссе, изучены во многих местах и имеют значение как для стратиграфических интерпретаций, так и для палеоклиматических реконструкций. Большая протяженность естественных и искусственных обнажений лёссов Чирчик-Ахангаранского региона Узбекистана позволила нам проследить пространственные закономерности изменения эоплейстоценовых, плейстоценовых и голоценовых почв [Стельмах; 2019]. Ниже приведено их описание.

Отложения эоплейстоцена в рассматриваемом регионе сохранились весьма фрагментарно, и их можно встретить в пределах низкогорной и среднегорной частях речных долин в виде мощной моноклинально залегающей слоистой лёссовидной толщи коричневатого-красного цвета с многочисленными прослойками шоховых горизонтов. Они представляют собой континентально-озерные красноцветные отложения с серией погребенных почв. Судя по отложениям, природные условия в конце плиоцена и начала эоплейстоцена оставались теплыми и влажными. Смягчающее влияние на климат оказывали озера в депрессиях, унаследованные от неогена и низкогорно- среднегорный рельеф той эпохи Западного Тянь-Шаня в целом. Горы были низкими и поэтому вертикальная поясность почв и растительности не имела столь четкой выраженности. Палеопочвы эоплейстоцена отмеченные как серии почв F₁, F₂ и т.д. представляют собой мощную толщу коричневатого-красных лёссов с прослойками шоховых горизонтов. Шоховые горизонты могут быть образованы только в результате интенсивного испарения с поверхности пресноводных озер или болот, а также частично являются иллювиальным горизонтом палеопочв.

На границе эоплейстоцена и плейстоцена судя по широкому распространению грубообломочного материала, в основном в виде конгломератов, произошли крупные климатические и тектонические изменения. Они привели к мощному циклу денудации, начавшемуся после активных поднятий гор. Конгломераты в течении раннего плейстоцена постепенно продвигались из понижений на склоны, все ближе проникая к областям размыва, которая отступала вглубь гор. Поэтому они не являются разновозрастными в различных частях гор: в понижениях конгломераты более ровнее, чем на склонах. В последующие эпохи они были размывы и вынесены за пределы первоначального залегания. В настоящее время они фрагментарно сохранились в речных долинах Чирчика и Ахангарана [Toichiev; 2020].

В изучаемом регионе в плейстоцене обнаружены следы неоднократного резкого изменения климатической обстановки [Абдуназаров; 2016]. В частности, сток по магистральным долинам был более обильным, чем сейчас, и дно рек располагались на несколько десятков метров выше, чем пойма современных речных долин. Ландшафты становятся более разнообразными. Наряду с автоморфными условиями развития обширных припойменных участков большое распространение получил так же и гидроморфный тип почвообразования. Наличие окрашенных в серый цвет суглинков между погребёнными почвами с неокисленными минеральными группами магнетит-ильменита и гематита-лимонита указывает на то, что в период формирования лёссов рельеф был слабо расчлененным и покрыт заболоченностями, в которых господствовали восстановительные условия. По данным микроморфологических, спорово-пыльцевых анализов и по распространению лесных типов наземных моллюсков можно предположить более влажный и тёплый климат во время развития погребённых почв Е и F относимых к началу плейстоценового комплекса. Почвы формировались под густыми хвойными и широколиственными лесами в условиях активного выноса из их верхних горизонтов в

нижние продукты выветривания, что подтверждается наличием глинистых натёков на гранях структурных комочков.

Гумидная лесная стадия в конце раннего плейстоцена сменилась аридной, о чём свидетельствует присутствие в почвах гипса. В поймах рек формировались сульфатные солончаки. Мощность лесных почв достигала 1-2 м, они имели буроватую окраску и прекрасную очень водопрочную ореховато-зернистую структуру, которая сохранилась в слабоизменённом состоянии до наших дней. Эти почвы в начальной стадии отражали биоклиматические условия влажного умеренного климата, и их, вероятно, можно сопоставить с бурозёмами Раммана в Западной Европе. Последующая аридизация климата способствовала эволюции бурых лесных почв в коричневые лесные и лесостепные, однако даже при самой значительной аридизации среднегодовое количество атмосферных осадков не опускалось ниже 700 мм, о чём свидетельствует характер распределения карбонатов на внутрисочвенных горизонтах палеопочв, а также их глубокое залегание.

В конце плейстоценового орогенеза по литологическому составу отложений в Чирчик-Ахангаранском регионе отмечается иссушение климата с последующим увлажнением. В лёссовых толщах обнаружены погребённые почвы D и C. Почва D от других палеопочв отличается по более тёмной окраске и плотному сложению. На гранях структурных комочков во влажном состоянии видны тёмные пятна, она менее карбонатна, и она сформировалась в условия промывного водного режима под лесной растительностью. В ней отличается заметная аккумуляция окиси железа, титана и марганца. Всё это позволяет почву D сравнивать с современными коричневыми почвами Западного Тянь-Шаня. К верхней половине плейстоценового комплекса относится почва C, которая от других погребённых почв отличается чётко выраженной ореховатой структурой и большой мощностью (до 3-4 м). По совокупности полученных данных почву C можно считать сформированной во время наиболее продолжительного и мощного по силе гипергенного процесса. Несмотря на следы лесного почвообразования, эта почва напоминает чернозём.

В течении голоцена климат и ландшафты Чирчик-Ахангаранского региона по литологическим изменениям поверхностных отложений были сравнительно однообразными. В литологическом отношении голоцен дал карбонатные, местами засоленное, пылеватые наносы, которые повсеместно кажутся одинаковыми. В этих отложениях выделена палеопочва В.

Таким образом, изучение лёссово-почвенных отложений Чирчик-Ахангаранского региона позволило выявить морфологические особенности палеопочв эоплейстоцена, плейстоцена и голоцена.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдуназаров У.К., Стельмах А.Г. Неоплейстоценовые ископаемые почвы Узбекистана // Пути эволюционной географии: Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной памяти профессора А.А.Величко (Москва, 23-25 ноября 2016 г.). М.: Институт географии РАН, 2016. С. 5-8
2. Стельмах А.Г., Ли Цян, Хусаинов Х.А. Распространение основных генетических типов лёссовых отложений Узбекистана // Научные Вести, № 4(9), Белгород, 2019. С 129-136.
3. Toichiev, K., Stelmakh, A., Khusainov, K., Zokhidov, A., Akhmedjanov, B. Paleomagnetic characteristics of loess sediments of Arkutsay and Kadyrya of Chirchik river basin. Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems, 12 (2 Special Issue), 2020. P.110-121.

THE IMPACT OF THE TECTONIC COLLISION OF SOUTHERN TIAN SHAN AND PAMIR FOR EASTERN UZBEKISTAN

Abdurakhmanov B.G.¹, Alimukhamedov I.M.¹, Sattorova N.A.²

1 - Center for Advanced Technologies, Uzbekistan, Tashkent, Bobur.cn@gmail.com

2 - Uzbekistan State University of World Languages

Since the onset of the India–Asia collision at about 50 Ma ago, the Pamir has accommodated about 600 km of crustal shortening, causing a doubling of its crustal thickness. The whole Pamir has been moving northwards relative to the surrounding regions within the last 25 Ma. A remnant basin—the Alai Valley—links the Tajik Basin in the west and the Tarim Basin in the east. The system of faults along the Alai Valley's southern margin, the Main Pamir Thrust system (MPT), absorbs the main part of the present-day convergence between the Pamir and the Tian Shan (Mohadjer et al.2010; Zubovich et al.2010; Ischuk et al.2013). Sobel et al. (2013) described the MPT as currently mostly inactive, with much of the shortening accommodated along the Pamir Frontal Thrust system north of MPT. Here, we call the entire fold-and-thrust system at the northern margins of the Pamir as the MPT. Several authors interpreted this seismically active zone as the leading edge of the south-dipping intracontinental subduction of the crust of the Tajik-Tarim basins underneath the Pamir, whereas others (e.g. Sippl et al.2013b) suggested the involvement of most of the Tian Shan into the intracontinental subduction (P.Sass et al., 2014).

North of the Alai Valley and the Pamir arc, our profile crosses the Tian Shan, a Palaeozoic orogen, reactivated in the course of the India–Asia collision. The Alai Range of the Southern Tian Shan consists mainly of Palaeozoic volcano-sedimentary rocks intruded by Devonian to Permian granitoids. The main tectonic structures in this part of the Tian Shan are the Turkestan-Alai Passive Margin and the **South Fergana** (or South Tian Shan) Suture Zone at the southern margin of the Fergana Basin; both zones were reactivated in the Cainozoic. The northernmost MT stations were located in the Fergana basin, a Cainozoic intramontane basin within the western Tian Shan orogenic system(P.Sass et al., 2014).

Today, in order to assess the impact of tectonic movements between the Southern Tien Shan and Pamir on the eastern part of Uzbekistan, GPS data was obtained from the FGNA and YNBZ stations affiliated with the Institute of Seismology of the Academy of Sciences. These stations have been operating as permanent GPS stations since 2011. The FGNA station is located in the southern part of the Fergana Valley while the YNBZ station is located in Tashkent region, and data was collected for 2013 and 2023. Based on the obtained data, velocities of points for a period of 10 years were calculated using GAMIT & GLOBK software (Table 1). The table also shows results from two nearby Global GPS stations TALA and KIT3.

Table 1. Analysis of the annual velocity and error rate of GPS stations relative to the Eurasian plate.

Long deg	Lat deg	Evel mm/yr	Nvel mm/yr	E +- mm/yr	N+- mm/yr	Hvel mm/yr	H+- mm/yr	Site
72.21045	42.44547	-1.36	1.68	0.02	0.03	1.41	0.13	TALA
71.78410	40.37440	-1.75	4.10	0.32	0.35	0.57	1.21	FGNA
69.58318	41.30319	-1.76	1.35	0.10	0.12	-0.53	1.09	YNBZ
66.88545	39.13477	-0.91	1.80	0.04	0.04	-0.76	0.18	KIT3

The analyzed velocities show that FGNA point's velocity remains slightly different in magnitude and direction from other stable points (YNBZ, TALA, KIT3). Figure 1.

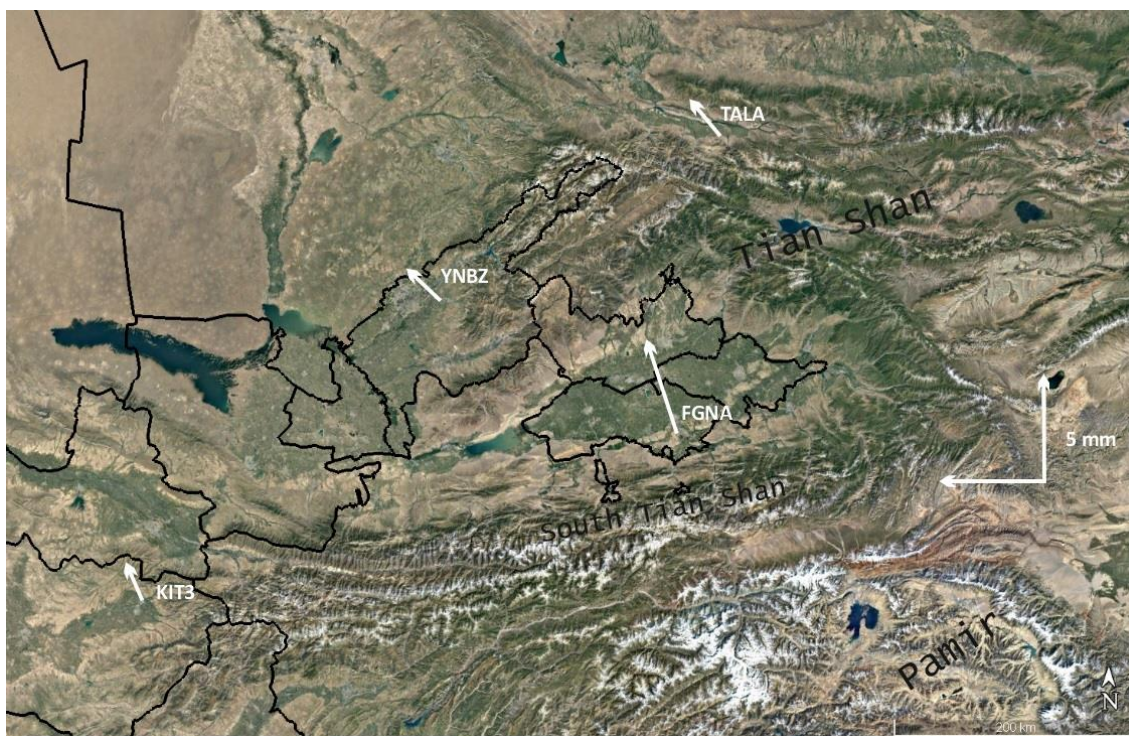


Figure 1. Local and Global GPS stations' velocity relative to Eurasian plate.

This result once again proves that the interaction between the Southern Tien Shan and Pamir has a greater impact on Fergana Valley compared to other regions of Uzbekistan. Furthermore, these results are consistent with A.V. Zubovich's calculations in his book from 2016.

(This publication was written as a result of the observations in the project "Enhancement of an integrated monitoring network of seismic processes on the territory of Uzbekistan." REP 04032022/209, which is be financed within the framework of the MUNIS project supported by the World Bank and the Government of the Republic of Uzbekistan.)

REFERENCES

1. Zubovich, A., T. Schöne, S. Metzger, O. Mosienko, Sh. Mukhamediev, A. Sharshebaev, and C. Zech (2016), Tectonic interaction between the Pamir and Tien Shan observed by GPS, *Tectonics*, 35, 283–292, doi:10.1002/2015TC004055.
2. P. Sass, O. Ritter, L. Ratschbacher, J. Tjypel, V. E. Matiukov, A. K. Rybin, V. Yu. Batalev. Resistivity structure underneath the Pamir and Southern Tien Shan. *Geophysical Journal International*, Volume 198, Issue 1, July, 2014, Pages 564–579.
3. T. A. Herring, R. W. King, M. A. Floyd, S. C. McClusky, *GAMIT Reference Manual Reference Manual GPS Analysis at MIT*, Release 10.6, 2015.
4. T. A. Herring, R. W. King, M. A. Floyd, S. C. McClusky, *GLOBK Global Kalman filter VLBI and GPS analysis program*, Release 10.6, 2015.

EVALUATION OF THE MAGNETIC REFERENCE STATIONS FUNCTIONALITY

Alimukhamedov I.M.¹, Zakirov A.Sh.¹, Musaev U.T.¹, Yanbukhtin I.R.¹, Kuchkarov K.I.²

1 - Center for Advanced Technologies, Tashkent, Uzbekistan, ilhom75@mail.ru

2 - Republican Center of Seismic Forecasting Monitoring, Tashkent, Uzbekistan.

The anomalous of the geomagnetic field variations associated with earthquakes have been studied in Uzbekistan since the sixties of the last century, shortly after the establishment of the Institute of Seismology of the Academy of Sciences in 1966. Such studies are mainly aimed to solve the actual issues in earthquake forecasting [1, 2]. Currently, after the regular government reforms in 2017, these studies are providing by the Republican Monitoring Center for Seismic Forecasting of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan (<https://rcsm.fvv.uz/>). Observed changes of the geomagnetic field from 15 reference points (Yangibazar, Nazarbek, Khumsan, Chartak, Chimion, Tashata, Shokhimardon, Kuytash, Zhumabozor, Zamin, Zarabag, Bakhmal, Mangit, Jongeldi and Tamdibulak) are saved by proton magnetometers GSM-19T, with sensitivity in 0.15 nT. Daily information are routinely sending to the data processing center.

The purpose of this study is to evaluate the efficiency of the reference stations, through the parallel recording of magnetic field variations and there comparison.

The research was carried out using two methods; the first is a synchronous recording of magnetic field variations and the second is a micro-survey of the territory close to the proton sensor. By using the first method, we get a graph and using the second, the map of magnetic anomalies.

Magnetic measurements were carried out at two seismic stations "Bakhmal" and "Kuytash" to detect various reasons that have negatively effects (noise) on the quality of the recording of the Earth's magnetic field variation.

The measurements in Bakhmal were carried out with three magnetometers, additional to the base one. Two proton magnetometers recorded the daily variation of the magnetic field (one magnetometer G-856AX [3] has been installed near the permanent base station - GSM-19T, the second G-856AX at some distance away), while a cesium magnetometer G-864 carried out an areal survey of the surroundings of the base station. The base station GSM-19T records the daily variations of magnetic changes at interval of every 10 minutes. In our case, variations has been recorder by temporarily installed magnetometers in interval of every 1 minute. As results, the graphs of changes of the magnetic variation over the time period were created for all three instruments. To compare the obtained measurements between each other, data with the same time interval lasting 60 minutes were selected for all three instruments (Fig. 1).

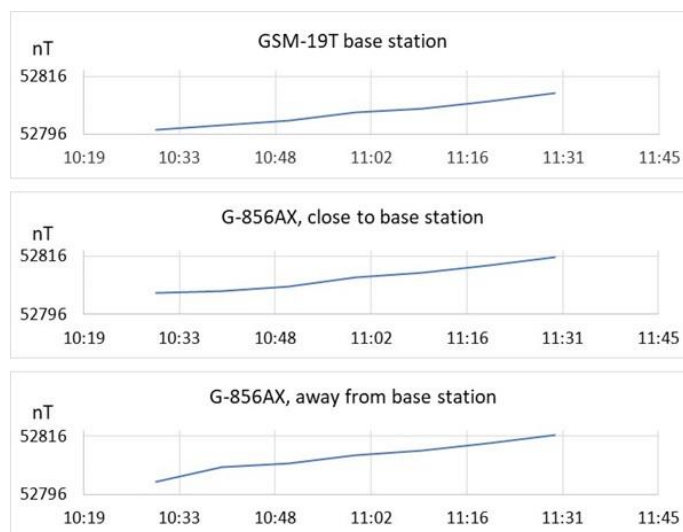


Figure 1 – Graph of the magnetic field variation for all three instruments in Bakhmal station (with proton magnetometer).

Similar measurements were carried out at the Kuytash station (in tunnel). One magnetometer was installed outside, near the tunnel and the second inside the tunnel, close to the base station, which operates with GSM-19T proton magnetometer with measurement frequency every 10 minutes. Temporarily installed two magnetometers recorded variations in 1-minute frequency.

The recording values from the base magnetometer and from ones that were used for testing are very close to each other. Figure 1. In Bakhmal the values vary between 52797,5 – 52816,5 nT, while in Kuytash the values vary between 52875,8 – 52985,3 nT.

At Bakhmal station, areal survey was provided on the territory of 30x40 meters, where the reference magnetometer GSM-19T was located in the center. As can be seen from Fig. 2, surroundings of the reference magnetometric station is quite calmly and is not characterized by strong noise.

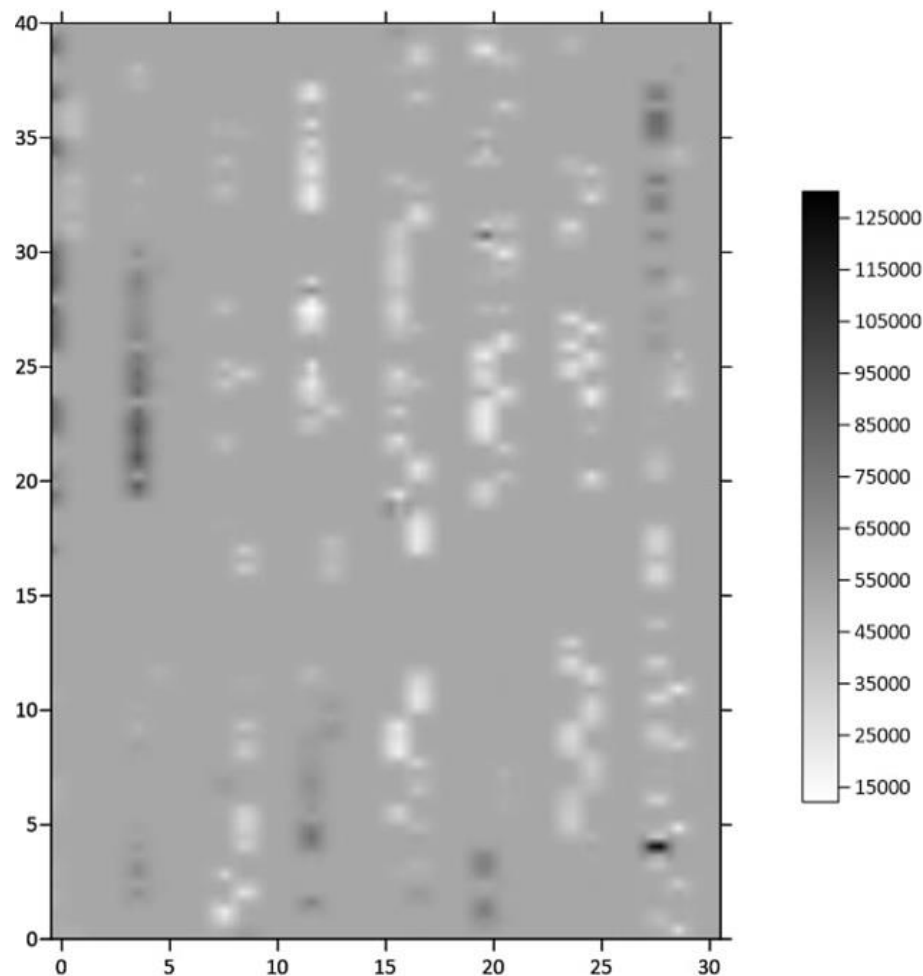


Figure 2 – Observed magnetic field map by areal survey in Bakhmal station (with cesium magnetometer).

At Kuytash station, areal magnetic survey was not possible because of the base station is located inside the tunnel.

In general, both reference (base) magnetometric stations are located in fairly quiet areas. No objects that could adversely affect to the quality of the natural field recording were found. As a result of field work, we can conclude that, the location of magnetometric reference stations and the quality of their records are satisfactory.

(This publication was written as a result of the observations in the project "Enhancement of an integrated monitoring network of seismic processes on the territory of Uzbekistan." REP 04032022/209, which financed within the framework of the MUNIS project supported by the World Bank and the Government of the Republic of Uzbekistan.)

REFERENCES

1. K.N.Abdullabekov, Maksudov S.Kh., Yusupov V.R. Results of Geomagnetic Studies on the Problem of Forecasting Strong Earthquakes in Uzbekistan // International Journal of Geosciences Vol.14 No.5, May 2023 pp. 437-449 <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=125377>
2. Yusupov Valijon, Soloviev Anatoly, Sidorov Roman. Studying diurnal and secular variations of the Earth's magnetic field using data from Yangibazar magnetic observatory (Uzbekistan) // Russian Journal of Earth Sciences Volume 22 № 6 pp. 2-14 <https://doi.org/10.2205/2022ES000815>
3. <https://www.geometrics.com/product/g-864-magnetometer/>

МИКРОКОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ И КАЧЕСТВО МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД САНАТОРИЯ «ШААМБАРЫ»

Джимбоева Д.Ф., Харитонова Н.А.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Геологический ф-т, г. Москва, jimboeva.durdona@mail.ru, tchenat@mail.ru.

Месторождение Шаамбары расположено в 28 км к западу от Душанбе в Республике Таджикистан. Минеральная вода месторождения Шаамбары была открыта скважиной №3 на высоте 1090 метров в 1956 году. Лечебные учреждения санатория расположены на 2 самостоятельных участках: верхнем и нижнем. Бальнеотерапевтические процедуры обеспечивает водолечебница на 6 ванн. Дебит скважины достигает 1 л/с, а температура в устье до 38 °С. Состав воды сульфатно-хлоридно-натриевый. Минерализация воды достигает 17,4 г/л. Показаниями к бальнеотерапии сульфатной водой Шаамбары являются заболевания органов пищеварения, движения, нервной системы, гинекологические и кожные заболевания [Разыков; 2007].

Объектом исследования являются минеральные воды санатория "Шаамбары", располагавшегося на территории Республики Таджикистан.

Целью данной работы является изучение химического состава и качества минеральных вод санатория "Шаамбары".

Задачи исследований: Обработка данных химического анализа по сети скважин месторождения Шаамбары; составление формулы химического состава (формула Курлова); расчет форм миграции основных компонентов; оценка качества воды по концентрации тяжелых металлов (по индексу HQI).

Материалы и методы исследования. В основу данной исследования легли результаты химического анализа проб, отобранных в 2019–2020 годах из 4 участка: Ш1, 1ШВ, Ш3, 3Э (табл.1 и 2).

Таблица 1. Основной макрокомпонентный состав воды санаторий Шаамбары

№	Li ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	Br ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
Ш1	0,07	1049	<0,1	7,28	37,4	10,7	1,68	431	<0,5	1,46	<0,1	1793
Ш3	0,62	5325	<0,1	42,9	622	92,9	<0,3	1747	<0,5	5,87	<0,1	4959
1ШВ	0,03	767	<0,1	6,11	15,6	4,65	2,93	402	<0,5	1,41	<0,1	1115
3Э	0,34	3783	<0,1	31,6	464	50,9	<0,3	2727	<0,5	9,82	<0,1	6495

Таблица 2. Преобладающие тяжелые металлы в составе воды санатория "Шаамбары"

Тяжелые металлы	Скважины №			
	ШЗ	ЗЭ	Ш1	1ШВ
As	127,8	168,0	2,4129	3,3735
Cd	0,1188	0,1772	0,3014	0,2343
Zn	1,3833	1,4106	3,9416	2,3183
Pb	0,2625	0,1757	0,1442	0,0877
Se	0,3217	0,3121	0,0165	0,0254
Ni	0,1280	0,1695	0,6480	0,3747
Al	6,4619	4,4431	14,9524	7,3527
Cr	0,6650	0,6697	0,1840	0,1281
Cu	0,5384	0,4848	0,5577	0,4595
Mo	528,8	703,3	429,7	400,1
Mn	70,57	117,08	19,11	29,71
Fe	1213	869,9	300,1	88,2998

Определение точности химического анализа проводилось путем расчета с использованием различных гидрогеохимических формул. Для расчета форм миграции использовалась гидрогеохимическая программа Visual Minteq. Оценка качества воды по концентрации тяжелых металлов (табл. 1) проводилась по индексу загрязнения тяжелыми металлами HQI [Sughosh;2021]:

$$HQI = \frac{\sum_{i=1}^n W_i Q_i}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad (1)$$

$$Q_i = \frac{\sum_{i=1}^n \{Mi(-)Ii\}}{\sum_{i=1}^n (Si-Ii)} \quad (2)$$

Результаты исследования и их обсуждение. В ходе исследования было выявлено, что вода месторождения Шаамбары по своему составу является сульфатной, хлоридно-натриево-кальциевой слабощелочной термальной водой от низкой до высокой минерализации. В скважине № ШЗ вода по химическому составу гидрокарбонатная, сульфатная, хлоридно-натриево-кальциевая.

При расчете и моделировании форм миграции основных макрокомпонентов в программе Visual Minteq было получено, что элементы в воде мигрируют в основном в форме металла: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Li^{+} , Na^{+} , K^{+} , что зависит от ряда физико-химических, гидродинамических, геологических и некоторых других факторов.

При оценке качества воды по индексу HQI было выявлено, что в двух участках содержание As (мышьяка) превышает нормы ПДК, в двух других содержание тяжелых металлов не превышает нормы. Кроме этого, в воде в небольших концентрациях содержатся бальнеологически активные компоненты: бром (4,64 мг/л), фтор (1,30 мг/л) и д.р.

ЛИТЕРАТУРА

1. Разыков Б.Х. Особенности размещения и экономическая оценка минеральных вод Таджикистана. Изд-во: «Дониш», Душанбе 2007г, 99с
2. Sughosh Madhav, N. Janardhana Raju. Hydrogeochemical assessment of groundwater quality and associated potential human health risk in Bhadohi environs, India. Int. J. Env. Sci. 80;585 (2021) 3- 4. DOI:[10.1007/s12665-021-09824-y](https://doi.org/10.1007/s12665-021-09824-y)

STUDIES TO ASSESS THE SITE EFFECTS ON “SOIL-STRUCTURE” SYSTEMS

Oripov N., Bozorov J.

Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan Institute of Seismology named after
G.Mavlyanov, Tashkent, nozim.o.k92@gmail.com

During the operation of buildings and structures, the change in seismic characteristics of the ground layer can be assessed by determining the site effect of the construction site on which they are located. For this purpose, studies were carried out to determine the peculiarities of changes in the amplitude-frequency characteristics of the ground layer under the construction site as a result of the dynamic weight and pressure of buildings and structures.

The layer of soil beneath the construction site acts as a filter in a sense. Because at some frequencies the soil layer transmits vibrations almost unchanged, and at some frequencies it amplifies or absorbs them. The amplitude-frequency response of the ground layer beneath a construction site can be determined by recording and analyzing earthquakes or environmental noise (microtremors). Registration of seismic vibrations is difficult in areas with low seismicity, so instrumental seismometric observations at the construction site are usually based on the registration of microtremors.

The study of site effects of the soil-structure system can be carried out through microtremor observations on the free surface and in the lower part of buildings (basement and first floor). Because the amplitude spectra of the basement and first floor of a building are usually similar to the amplitude spectra of the nearby free surface. The observation results on the upper floors reflect the dynamic characteristics of the building [1, 2].

Microtremor measurements were carried out in Tashkent in basements of 6 buildings of different storeys (4-26 floors) and on free surface near them. An initial evaluation and comparison of the soil-structure system and free surface area effects was conducted using horizontal-vertical spectral ratio (HVSr) analysis [3]. The HVSr method is a passive seismic method that utilizes natural environmental noise. These microtremors are recorded in three spatial components to obtain the fundamental resonant frequency of the soil and structures. This parameter is very important for a proper understanding of the site effect in engineering seismology.

Digital three-component seismometers CMG-6TD (Guralp, UK) were used to record indoor and free-field vibrations. Each sensor provided vibration recording over a wide frequency range from 0.033 to 50 Hz.

Measurements were made mainly at night to reduce the influence of road and industrial noise in urban environments. The duration of microtremor recording was 30 minutes. The interpretation work was carried out using the computer program "GEOPSY". HVSr analyses were performed based on the criteria defined by the European SESAME project [4] as follows. The recordings were checked visually to detect possible measurement errors. Each record was then split into 20 sec long non-overlapping windows, for which amplitude spectra in the range 0.5-15 Hz were computed using a Turkey window with 5% smoothing and corrected for sensor transfer function. HVSr was computed as the average of both horizontal component spectra divided by the vertical spectrum for each window. From the colour-coded plot of HVSr functions for all 40 windows, the windows including strong transient noise were identified in order to be excluded from further computation [5]. The mean value of the HVSr function was then calculated for all windows.

According to the results, the values of dominant frequency and ground layer gain under the construction site where buildings and free surface are located changed within about 5-10%. In most cases, the frequency values of the soil layer under the construction site decreased compared to the frequency values of the free surface. Such differences may be the result of the dynamic weight and pressure of the buildings. The properties of soil layers, building heights, and the period of use and site effects have a significant influence on the frequency variation. In general, the horizontal-vertical spectral ratio (HVSr) method can be an effective approach for studying the site effects of the soil-structure system.

REFERENCES

1. M. Herak, L. Allegretti, D. Herak, K. Kuk, V. Kuk, K. Marić, S. Markušić, J. Stipčević // *HVSR of ambient noise in Ston (Croatia): comparison with theoretical spectra and with the damage distribution*
2. Gallipoli MR, Mucciarelli M, Castro RR, Monachesi G, Contri P (2004a) // *Structure, soil-structure response and effects of damage based on observations of horizontal-to-vertical spectral ratios of microtremors. Soil Dyn Earthq Eng 24:487-495. doi:10.1016/j.soildyn.2003.11.009*
3. Y. Nakamura, E.D. Gurler, J. Saita, A. Rovelli, S. Donati // *Vulnerability investigation of roman colosseum using Microtremor, presented at 12th WCEE 2000 in Auckland, NZ 2660/6/A*
4. SESAME (2004) // *Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations: measurements, processing and interpretation. <http://sesame-fp5.obs.ujf-grenoble.fr/Delivrables/>*
5. Parolai S, Galiana-Merino JJ (2006) // *Effects of transient seismic noise on estimates of H/V spectral ratios. Bull Seism Soc Am 96(1):228-236*
6. Dwa Desa Warnana, Triwulan, Sungkono, Widya Utama // *Assessment to the soil-structure resonance using microtremor analysis on Pare - East Java, Indonesia. Asian Transactions on Engineering (ATE ISSN: 2221-4267) Volume 01 Issue 04*

GEOCHEMICAL FEATURES OF THE ORES OF THE AMANTAYTAU DEPOSIT

Oripova N.I.^{1,2}, Khalmatov R.A.^{2,3}, Krivosheeva A.N.², Kamishov V.S.^{2,4}

1 - Institute of Mineral Resources, Uzbekistan, Tashkent, isakovanigora04@gmail.com

2 - Center for Advanced Technologies, Uzbekistan, Tashkent

3 - Institute of Geology and Geophysics, Uzbekistan, Tashkent

4 - National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Uzbekistan, Tashkent

The Amantaytau deposit is located on the territory of the Navoi region of the Republic of Uzbekistan, 35 km from the city of Zarafshan (Central Kyzylkum) (Fig. 1). Together with the fields of Muruntau, Kokpatas, Mutenbai, etc. Amantaytau forms the Kyzylkum gold ore node of the Beltai-Kuramin volcanoplutonic belt. The belt arose as a result of the subduction of the crust of the Turkestan paleoceanic basin under the Kazakh-Kyrgyz microcontinent and subsequent processes [Dalimov T.N. at all; 2002].

To study the geochemical relationships of gold and determine the complexity of ores, gross samples of industrial ores were selected from three sites – Tsentralny, Sarybatyr and Asaukak. The studies were conducted by inductively coupled plasma spectrometry (ICP MS) at the Central Laboratory of the State Committee of Geology of the Republic of Uzbekistan.

To objectively determine the geochemical significance of the elements, concentration clarks (according to A.P. Vinogradov) are calculated – the ratio of element contents to clark in the Earth's crust.

According to the results of geochemical studies of the Tsentralny, Sarybatyr and Asaukak sites, the intensity ranges of the accumulation of elements have been revealed:

The geochemical intensity range of the Tsentralny site:

Sb-Au-As-Se-Bi-Te-Ag-Mo-W-Pb-Cu-Ni

The geochemical intensity range of the Sarybatyr site:

As-Au-Se-Te-Sb-Bi-Mo-Ag-W

The geochemical intensity range of the Asaukak site:

Au-Ag-As-Te-Se-Sb-Bi-Mo-W-Cu-Pb

They showed that Amantai, along with gold, primarily accumulates As, Te, Sb, Bi, Ag, Se. Arsenic occupies a higher position in the series at the Amantaytau deposit, since the analyzed samples were characterized by an increased content of arsenopyrite. The deposit belongs to the Au-As type.

Based on the calculation of the coefficients of paired correlation of gold with other ore elements of the Amantai mine, a histogram of the distribution of elements was constructed (Fig. 2).

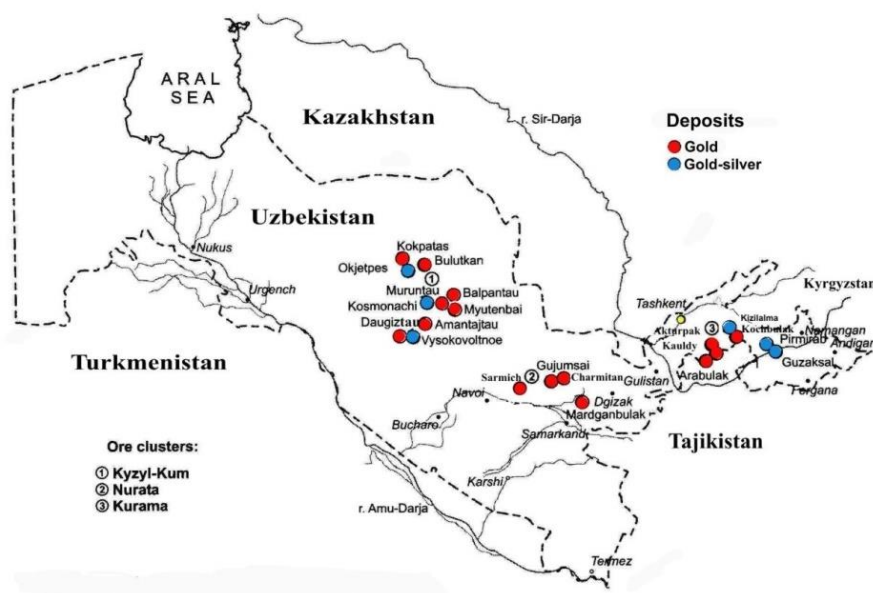


Figure 1. Placement of gold mining objects in ore regions of Uzbekistan. Deposits: 1 - gold ore, 2 - gold-silver; ore districts: 1 – Kyzylkum, 2 – Nurata, 3 – Kuramin [Akhmedov N.A.; 2002].

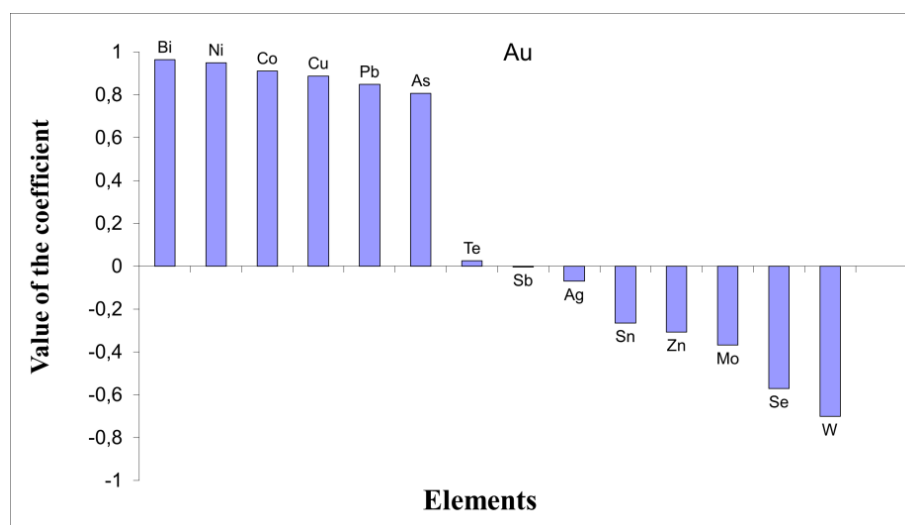


Figure 2. Histogram of the distribution of the values of the coefficient of paired correlation of gold with ore elements

Conclusions

According to the chemical analysis of the ICP MS spectrometer, the pyrite-arsenopyrite (As-containing) type was isolated. Pyrite-arsenopyrite ores are richer in gold. According to the analysis, there is more selenium in the deposit (which) than tellurium, Se from 4.7 to 7.3 g/t, Te from 0.051 to 0.18 g/t. The relationship between these elements is Te:Se from 1:31 to 1:106. Bi concentration is low from 0.2 g/t to 2.7 g/t.

The content of Cu, Pb, and Zn, in general, is not high in all samples. In absolute numbers, the concentration of Ni in the samples is higher than Co.

It should be emphasized that tellurium and selenium are present in the pyrite-arsenopyrite type of ores. The role of these elements in gold deposits is very high and this is confirmed by the findings of tellurides and selenides [Koneev R.I at all; 2010].

REFERENCES

1. Dalimov T.N., Koneyev R.I., Ganiyev I.N., Ishbayev KH.D. *Geodinamika severnoy okrainy Turkestanskogo paleoceanicheskogo basseyna i nekotoryye osobennosti formirovaniya zolotorudnykh mestorozhdeniy Uzbekistana // Geologiya, genezis i voprosy osvoyeniya kompleksnykh mestorozhdeniy blagorodnykh metallov. M.: 2002. S. 142-144.*
2. Akhmedov N.A. *Strategiya razvitiya bazy osnovnykh vidov mineral'nogo syr'ya Respubliki Uzbekistan // Geol. Miner. resursov, 2002, 3. S. 11-15.*
3. Koneev R.I, Khalmatov RA, Mun Y.S. *Nanomineralogy and nanochemistry of ores from gold deposits of Uzbekistan. Geology of ore deposits, 2010 vol. 52, No. 8, pp. 755-766.*

ДАЙКИ И МАЛЫЕ ИНТРУЗИИ ГОР КАРАТАУ И НУРАТАУ

Рашидова Д.Х.

Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, Факультет геологии и инженерной геологии, г.Ташкент, nozalid93@mail.ru

В пределах золоторудных и редко, металльных месторождений Западного Узбекистана, в том числе Нуратинского региона широко развиты дайковые комплексы, которые образуют протяженные дайковые пояса, рои и пучки. Общая систематика их, возраст, последовательность образования, генезис, рудоносность и отношение к осреднению еще недостаточно изучены. В связи с этим для решения этих проблем последователи петрометаллогенической школы начали проводить планомерные работы по изучению дайковых образований.

Х.М.Абдуллаев впервые систематизировал дайковые образования Средней Азии, что позволило типизировать дайки, в том числе по исследуемому региону. Согласно его систематики, выделяются сининтрузивные, постинтрузивные, плутонические, субэффузивные (субвулканические) самостоятельные генетические типы. Самостоятельность дайковых образований определяется такими параметрами как высокотемпературный минеральный парагенезис (оливин, пироксен, плагиоклаз, роговая обманка, биотит и др.), заметная разница в возрасте с вмещающими породами, форма тел, условия и место формирования, наличие глубинных ксенолитов в дайках, особенно в лампрофирах. Появления обширных дайковых поясов является показателем рифтогенеза и раскола континентальной литосферы, а происхождение их связано с периферическими магматическими камерами.

И.Х. Хамрабаев (1964) среди северонуратинского дайкового комплекса выделял гранит порфиры, диабазовые порфириты, лампрофиры и диоритовые порфириты, среди которых преобладают последние. Дайки диоритовых порфиритов и лампрофиров образуют рой субширотного направления. В этих дайках изучены ксенолиты метадиоритов и огнейсованных габброидов. Лампрофиры представлены керсантидами и спессартитами, развитыми в районе Темиркабукского и Кошрабадского массивов, а также в бассейнах рек Маджерум и Синтаб. Керсантитовые дайки, имея незначительную мощность (0,8-2 м), прослеживаются от Маджерума в западном направлении на несколько километров. Простираение их ЮВ 120-130⁰, падение на северо-восток под углом 45-65⁰. Почти параллельные дайки спессартита на левом склоне того же Маджерума прослеживаются на простираение не более чем 200 м. Они же были встречены в Синтабе и других местах. Дайки спессартита, по данным Н.А.Лосева, в небольшом количестве также имеются во вмещающей толще Кошрабадского массива (Хамрабаев; 1964).

Д.М. Огаревым и др. (1970 г) в самом Каратауском интрузиве выделены дайки первого и второго этапов. Они представлены аплитовидными гранитами, аплитами, пегматитами, гранит-порфирами, гранодиорит-порфирами, диабазами и диабазовыми порфиритами. Дайки первого этапа многочисленны, образуют тела различной мощности и протяженности, контакты их со вмещающими гранитами резкие, прямолинейные.

Дайки второго этапа простые и сложные, с контрастным составом. Контрастный состав имеет сложно построенная дайка в восточной части Каратауского интрузива. В ее состав входят диабазы и диабазовые порфириты в краевых частях и гранит-порфиры и связанные с ними постепенными переходами гранодиорит-порфиры - в центральных. Вмещающие дайку граниты и породы на контакте с ней гидротермально изменены - альбитизированы, хлоритизированы, эпидотизированы и микроклинизированы.

В Северном Нуратау породы комплекса представлены амфиболизированными габбро-диабазами и амфиболитами, в Гобдунтау и Каракчатау (Южный Нуратау) преимущественно диабазами и габбро-диабазами.

Сармичский дайковый пояс (ДЗ-С1) прослеживается в субширотном направлении на 90 км при ширине 5-7 км вдоль хребта Каратау, где он ассоциирует с золоторудными проявлениями Сармич, Субаши, Актепа, Карамечеть, Курай, Беркут, Алтынказган и др. Состав даек - диабазы, диабазовые порфириты, диоритовые порфириты, кварцевые диоритовые порфириты, гранодиорит-, гранит-порфиры, фельзит- и кварцевые (риолит) порфиры, лампрофиры и др. Малые интрузии представлены мелкими штоками субщелочных диоритов (32×75 м, район Карамечеть) и гранит-порфиров (60×950 м, верх. р.Сармич). Возраст даек древнее гранитов Каратауского интрузива, нижняя граница определяется тем, что дайки прорывают силурийские сланцы, а верхняя – прорыванием нижнепермскими гранитами Каратауского интрузива. (Ишбаев; 2020).

Караулхана-Чармитанский дайковый пояс образует широтный пояс протяженностью более 10 км при ширине 2 км и более. Локализован в юго-восточной части Кошрабадского интрузива, в районах Байпурушли, Джазбулак, Тегирманаул. Наиболее ранние дайки (микроэссекситы, эссексит-порфиры, граносиенит-порфиры, сиенодиориты, лейкограниты) имеют субмеридиональное простирание при мощности до 5 м с простиранием до 3 км, а поздние (диориты, кварцевые диориты, гранодиориты, граниты и др.) – широтное, мощностью до 15 м.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ишбаев Х.Д., Косбергенов К.М. К петрогеохимии пород чимкурганской свиты Писталитау (Северный Нуратау, Узбекистан) // XVII геологический съезд Республики Коми геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России, Сыктывкар, апрель, 2019. С. 36-37.*
2. *Ишбаев Х.Д., Косбергенов К.М. О возрастной последовательности образования магматических комплексов в пределах гор Каратау (Южный Нуратау) // Фундаментальные и прикладные проблемы геологии, геофизики, петрологии и металлогении /Материалы международной научной конференции, посвящённой 100-летию со дня рождения академика АН РУз Ибрагима Хамрабаевича Хамрабаева. – Т.: Изд-во "Lesson Press", 2021. С.126-129.*

СИНТЕЗ И КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА НОВОЙ РАЗНОВИДНОСТИ
 $\text{Cs}_2\text{HIn}(\text{IO}_3)_6$ СО СТРУКТУРНЫМ ТИПОМ $\text{K}_2\text{Ge}(\text{IO}_3)_6$

Реутова О.В., Белоконева Е.Л.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Геологический ф-т, г. Москва, reutova.olia@yandex.ru

Кристаллические структуры синтетических иодатов на протяжении нескольких десятилетий привлекают интерес исследователей благодаря ярко выраженным нелинейно-оптическим свойствам в кристаллах некоторых представителей класса, таких как $\alpha\text{-LiIO}_3$, $\text{Li}_2\text{Ti}(\text{IO}_3)_6$, $\text{Rb}_3\text{Sc}(\text{IO}_3)_6$ и другие [Chang 2009; De Boer 1966; Reutova 2022]. Проявление свойств в них обусловлено полярным расположением зонтичных иодатных групп IO_3^- , обладающих собственным дипольным моментом. Изучение разнообразия кристаллических структур иодатов и их структурная систематика являются актуальными вопросами как теоретической кристаллохимии, так и материаловедения, поскольку позволяют установить связь между катионным составом, условиями синтеза, структурой и свойствами кристаллов.

В гидротермальных условиях были получены кристаллы новой структурной разновидности иодата $\text{Cs}_2\text{HIn}(\text{IO}_3)_6$ с пр. гр. $R\text{-}\bar{3}$ и параметрами элементарной ячейки $a=11.8999(4)$, $c=11.6513(5)$ Å. По монокристалльным данным определена его кристаллическая структура, аналогичная структурам $\text{K}_2\text{Ge}(\text{IO}_3)_6$ и других представителей обширного структурного семейства с пр. гр. $R\text{-}\bar{3}$ и общей формулой $\text{A}_n\text{M}(\text{IO}_3)_6$ ($\text{A} = \text{K}, \text{Rb}, \text{Cs}, \text{Ag}, \text{Tl}^+, \text{H}_3\text{O}^+, \text{H}^+, \text{Ba}, \text{Sn}^{2+}$; $\text{M} = \text{Ge}, \text{Ti}, \text{Sn}^{4+}, \text{Pt}, \text{Zr}, \text{Mo}^{4+}, \text{Ga}, \text{In}$; $n = 1, 1.5, 2$) [Chang 2009; Liu 2018; Ok 2005; Schellhaas 1972]. В структурах семейства можно выделить изолированные блоки $[\text{M}(\text{IO}_3)_6]$, состоящие из центрального октаэдра MO_6 и шести зонтичных групп IO_3 , связанных общими кислородными вершинами (рис. 1а).

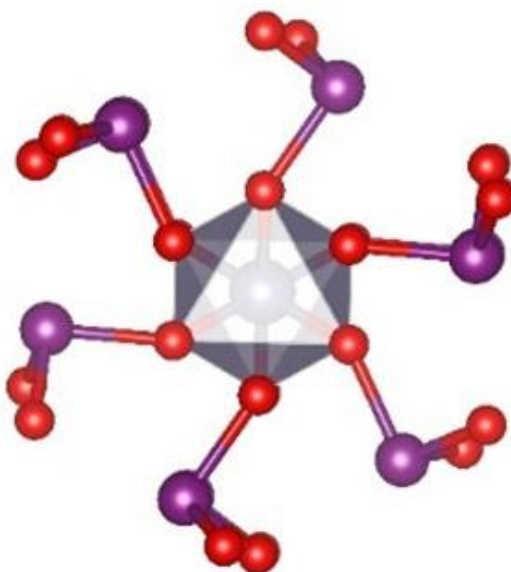


Рис. 1. Изолированный блок $[\text{In}(\text{IO}_3)_6]$ в структуре $\text{Cs}_2\text{HIn}(\text{IO}_3)_6$.

Структура описанного в литературе иодата $\text{Cs}_2\text{HIn}(\text{IO}_3)_6$ с аналогичной формулой состоит из блоков $[\text{M}(\text{IO}_3)_6]$ той же конфигурации, но имеет более низкую симметрию $P\text{-}1$ с параметрами элементарной ячейки $a=7.873$, $b=7.918$, $c=7.938$ Å, $\alpha=96.877^\circ$, $\beta=98.695^\circ$, $\gamma=98.091^\circ$ [Yang 2011]. При ориентации выбранной триклинной ячейки вдоль тройной оси октаэдра видно, что структура является псевдоромбоэдрической с небольшими отклонениями параметров ячейки и углов от равных (рис.2 а,б).

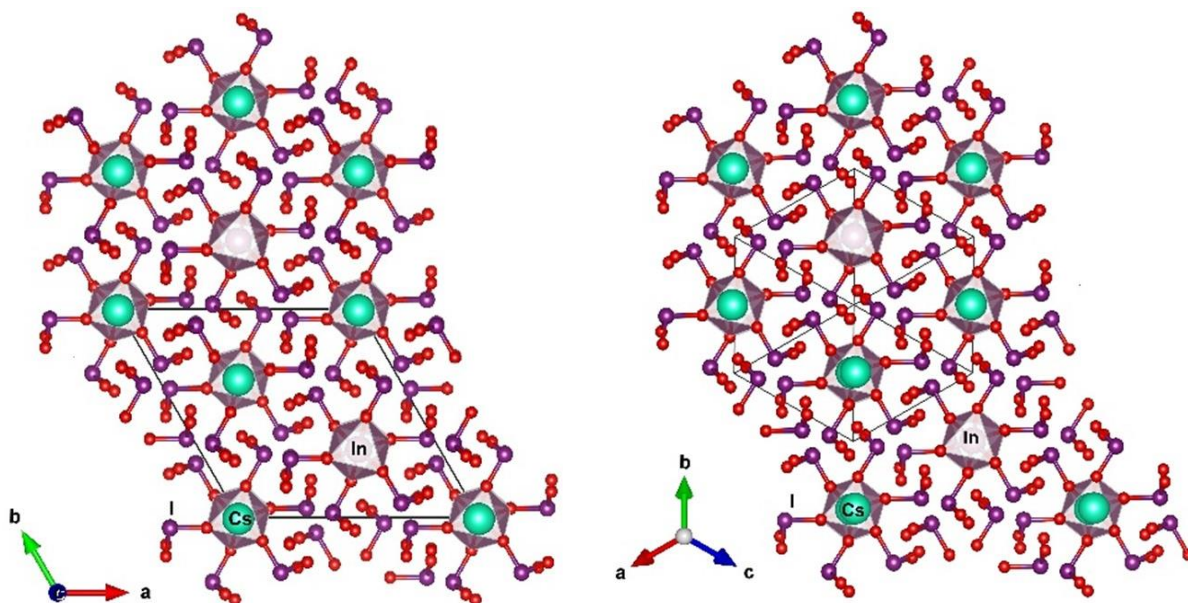


Рис. 2. Проекция тригональной $R-3$ (а) и псевдоромбоэдрической триклинной $P-1$ (б) разновидности $\text{Cs}_2\text{HIn}(\text{IO}_3)_6$ вдоль тройной оси.

Таким образом, структуры триклинных иодатов $\text{A}_2\text{HIn}(\text{IO}_3)_6$ ($\text{A} = \text{Cs}, \text{Rb}$), пр.гр. $P-1$, можно определить как подсемейство основного структурного семейства $\text{A}_n\text{M}(\text{IO}_3)_6$ ($\text{A} = \text{K}, \text{Rb}, \text{Cs}, \text{Ag}, \text{Tl}^+, (\text{H}_3\text{O})^+, \text{H}^+, \text{Ba}, \text{Sn}^{2+}$; $\text{M} = \text{Ge}, \text{Ti}, \text{Sn}^{4+}, \text{Pt}, \text{Zr}, \text{Mo}^{4+}, \text{Ga}, \text{In}$; $n = 1, 1.5, 2$), новым членом которого является исследованная тригональная модификация $\text{Cs}_2\text{HIn}(\text{IO}_3)_6$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Chang H-Y. et al. // *J. Am. Chem. Soc.* 2009. 131(19). P. 6865–6873.
2. De Boer J. L. et al. // *Acta Cryst.* 1966. 21(5). P. 841–843.
3. Liu et al. // *J. Mater. Chem. C.* 2018. 6. P. 4698–4705
4. Ok K.M and Halasyamani P.S. // *Inorg. Chem.* 2005. 44. P. 2263–2271.
5. Reutova O.V. et.al // *Symmetry.* 2022. 14. P. 1699–1711.
6. Schellhaas F. et al. // *Acta Cryst. B.* 1972. 28(9). P. 2834–2838.
7. Yang et al. // *Dalton Trans.* 2011. 40(5). P. 1055–1060.

**ТЕНДЕНЦИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НИТРАТАМИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД
ЕСТОРОЖДЕНИЙ САМАРКАНДСКОЙ ОБЛАСТИ (РЕСПУБЛИКА УЗБЕКИСТАН)**

Таджибаева Н.Р., Рихсибоев Н.Р.

Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, Факультет геологии и инженерной геологии,
г. Ташкент, nadira.ruzievna@mail.ru

В последнее десятилетие прошлого века актуальной стала проблема качества подземных пресных вод, которое обусловлено рядом обстоятельств. Во-первых, в мире отмечается дефицит пресной воды. Во-вторых, снижается качество пресных вод из-за ухудшения экологической обстановки. В настоящее время объем выбросов загрязняющих веществ антропогенного происхождения стал соизмерим с масштабами природных процессов миграции и аккумуляции различных соединений. Соединения азота являются одним из доминирующих видов загрязнений подземных и поверхностных вод. [Косинова; 2016].

В хозяйственном отношении Современная долина р. Зарафшан интенсивно освоена под орошаемое земледелие, на ней размещаются животноводческие комплексы, промышленные предприятия, широко развит жилищно-коммунальный комплекс, включающий несколько частично канализированных городов и множество не канализированных кишлаков и поселков городского типа. Все это привело и продолжает приводить к увеличению загрязнения подземных вод нитратами [Хасанов и др.; 1983]. Особенно сильно ими загрязнен первый от поверхности горизонт подземных вод из-за слабой его защищенности покровными отложениями с одной стороны и применения высоких доз нитратов, наличия не утилизированных отходов животноводческих ферм, а также химической устойчивостью нитратов в водах окислительной гидрохимической обстановкой. Величина нитратов 118,5 мг/л по пробам [Сайфитдинов и др.; 2022].

В пределах месторождений Современной долины р. Зарафшан, Левобережное и Правобережное МПВ в настоящее время показало отсутствие нитратов выше ПДК в региональном плане. Однако, оценивая уровни концентрации нитратов, выделяется несколько диапазонов интенсивности нитратного загрязнения, формирующихся в природно-техногенных условиях, как по площади, так и на локальных участках (табл. 1).

Таблица 1. Интенсивности нитратного загрязнения

№	Диапазоны интенсивности нитратного загрязнения, мг/л	
1	5,0	не загрязненные воды (фоновое содержание)
2	5,0 – 13,5	воды с повышенным фоновым содержанием
3	13,5 – 45,0	запредельная степень загрязнения

Койташское, Кошрабадское, Нуратинское МПВ характеризуются самым низким содержанием нитратов в подземных водах. Анализ производился по данным химанализа отобранных проб воды из родников Нуратинского хребта, скважин и родников Учкуль, Гуджум. Содержание нитратов колеблется в пределах 2-9 мг/л (табл. 2).

Правобережное месторождение ПВ. Анализ содержания нитратов в подземных водах в пределах месторождения проводился по скважинам. Содержание нитратов от 2 – 20 мг/л. Улучшения качества подземных вод снижением нитратов в указанных концентрациях не наблюдается.

Северное предгорное МПВ. Повышенное содержание нитратов в подземных водах изучалось по скважинам. Содержание нитратов от 4 – 32 мг/л.

Южное предгорное МПВ. Нитратное загрязнение изучалось по скважинам. Содержание нитратов в среднем от 2 – 20 мг/л., за исключением некоторых скважин, где содержание NO_3 в подземных водах составляет 26 – 48 мг/л, что обусловлено более слабой защищенностью

Таблица 2. Интенсивность нитратного загрязнения в пределах месторождений

№	Месторождения	Место отбора		Нитраты, мг/л
		родник	скважина	
1.	Койташское	Нуратинский хребет, Учкуль, Гуджум	326, 286, 419, 415	2 - 9
2.	Кошрабадское			
3.	Нуратинское			
4.	Правобережное	-	100, 322, 107, 324, 433	2 – 20
5.	Северное предгорное		153, 204, 151, 185, 22, 2662	4 – 32
6.	Южное предгорное	-	7, 31, 409, 186, 256, 213, 411	2 – 20
7.	Западно-Кашкадарьинское	-	189, 30(2), 190, 425	2 – 18

водоносных горизонтов и низкой дренированностью. Из-за содержания нитратов, наблюдается ухудшение экологической обстановки. Повышение концентрации нитратов связано с изменением структуры орошения и водохозяйственной обстановки [Сайфитдинов; 2022].

Западно-Кашкадарьинское МПВ. Характеризуется сравнительно высоким содержанием нитратов 2 – 18 мг/л в подземных водах.

Месторождение Современной долины р.Зарафшан делится условно, на три участка:

1 – участок от поста Раватходжа до Акдарьинского вододелителя характеризуется низким содержанием нитратов 2 – 14 мг/л;

2 – участок от Акдарьинского вододелителя до кишлака Джарбоши, особенно в пределах острова Мианкаль отмечается повышенное содержание нитратов от 4 до 30 мг/л;

3 – участок от кишлака Джарбоши до границы Навоийской области наблюдается повышенное содержание нитратов 6 – 43 мг/л.

Одним из прямых показателей экологического состояния подземных вод исследуемого района является химический состав реки Зарафшан. Данные ГИДРОМЕТА за последние 20 лет свидетельствуют об отсутствии устойчивого и регионального нитратного загрязнения поверхностных вод Зарафшанского бассейна. На всем своем протяжении от Первомайской плотины до Зиадина, содержание нитратов в разрезе года не превышало 4 – 17 мг/л. В коллекторе Сиаб и Таллигулян концентрации нитратов не превышают 7 – 21,0 мг/л. Этот факт ещё раз свидетельствует о сокращении вносимых удобрений и ядохимикатов на поля Самаркандской области.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Источник централизованного хозяйственного водоснабжения. Гигиенические и технические требования и правила OzDst 950:2000 г. Ташкент. -261с.*
2. *Косинова И.И. и др. Мониторинг загрязненности нитрат-ионами подземных вод территории городов Севастополь и Бахчисарай. Вестник ВГУ. Серия: Геология. 2016. №3. С. 123-127.*
3. *Сайфитдинов Б. и др. Ведение государственного мониторинга подземных вод на территории Самаркандской области. Ташкент 2022 г. Фонды ГГП «Узбекгидрогеология». - 173. с.*
4. *Хасанов А.С., Арипов К.М. Гидрохимический и гидродинамический режим грунтовых вод Узбекистана. Издательство «Фан» 1983 г. – 368 с.*

**К СТРАТИГРАФИИ ПРОДУКТИВНЫХ ГОРИЗОНТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ
ГУМБУЛАК (ГИССАРСКИЕ ОТРОГИ)**

Джалилов Г. Г.¹, Тогаев И.С.², Алимов М.М.²

1 - ГУ «ИГИРНИГМ», г. Ташкент

2 - Национальный Университет Узбекистана, г.Ташкент, gafur@mail.ru

Скважина №56 Гумбулак располагается на территории одноименного месторождения в пределах Гиссарского блока, в административном отношении относящегося к Дехканабадскому району, Кашкадарьинской области Республики Узбекистан.

Ближайшими нефтегазовыми месторождениями являются Адамташ, Кызылбайрак, Кошкудук.

Недавно на площади Гумбулак была пробурена очередная скважина №56, вскрыв на забое карбонатные отложения XVa горизонта. После проведенных исследований установлено литолого-генетическая типизация пород, литолого-петрографическая характеристика отложений XV и XVa горизонтов, характеризуются диагенетические преобразования и трещиноватости пород, а также палеонтологические определения.

На данной работе проведены палеонтологическая характеристика пород скв. №56 Гумбулак представленных результатами микро- и макроскопического изучения остатков фауны [1-3].

Результаты макрофаунистических исследований

При макроскопическом исследовании керна в отдельных интервалах отмечались фрагментарные остатки раковин различной крупномерной фауны. Определение их и описание представлено ниже.

Инт.отбора образца 2544-2544,2 м, обр. 39. XVa-горизонт.

Известняк серый, плотный, микрозернистый, органогенно-обломочный с многочисленным включением раковин двустворок среднего и крупного размера, принадлежащих, вероятно, к одному виду, т.к. имеют одинаковую форму раковин и внешнюю скульптуру (рис. 1).



Рис.1. Скв.Гумбулак-56. Инт.отбора образца 2544-2544,2 м, обр. 39. XVa-горизонт. Известняк органогенно-обломочный с многочисленным включением раковин двустворок, принадлежащих к *Plagiostoma highworthensis* Arkell, средне-верхнеоксфордского возраста.

Раковины вытянуты в длину, выпуклые, равностворчатые, неравносторонние, округло-овальные.

Передний край длинный, слабо закругленный, сильно скошенный, образует с прямым задним краем макушечный угол, близкий к 90°. Нижний край длинный и округлый, ассиметрично выпуклый, соединяется с передним и задним краями, хорошо выраженными

перегибами. Макушки тупые, округло-треугольные, слегка загнутые вовнутрь. Максимальная выпуклость раковины расположена вдоль переднего края примакущечной части створки. Наружная поверхность створки орнаментирована радиальной и концентрической скульптурой. Радиальные бороздки наиболее развиты в центральной части створки. Межбороздные промежутки уже ребер. Концентрические бороздки тонкие, мелкие, частые, пересекают всю поверхность створки и образуют в радиальных бороздках штриховатость. В прикраевой части концентрическая скульптура выражена более грубыми линиями нарастания [4-7].

По форме раковин, характеру орнаментации их наружных поверхностей данные экземпляры можно отнести к *Plagiostoma highworthensis* Arkell, средне-верхнеоксфордского возраста.

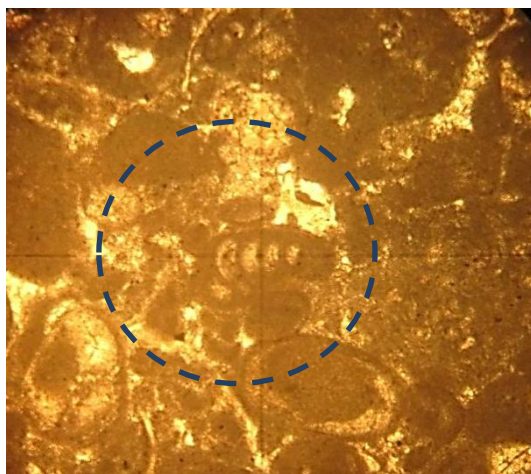
Результаты микрофаунистических исследований

При описании шлифов скв. №56 Гумбулак нередко отмечалось наличие многочисленных органических остатков представленных, в основном, фрагментами перекристаллизованных раковин двустворок, остракод, брахиопод. Вместе с тем, в разрезе, довольно широко распространены представители фораминифер.

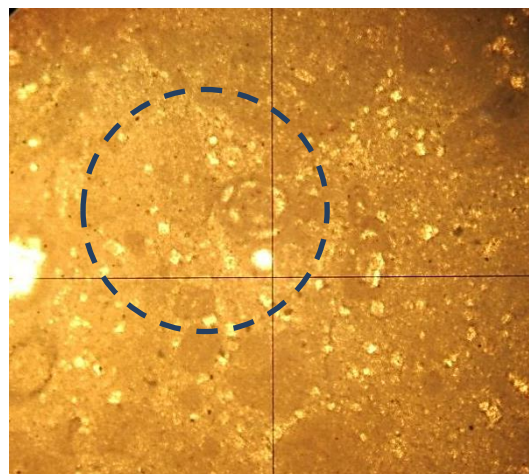
Выявлены некоторые разновидности фораминифер по следующим интервалам XVa горизонта:

1) В слое №7 в инт. 2557,85-2558,0м (шл.Gb-56-71s) в обломочно-комковатых, водорослевых известняках выявлены перекристаллизованные обломки и целые раковины фораминифер плохой сохранности, предположительно относящихся к родам *Globigerina*, *Epistomina*, *Quinqueloculina*. Общий облик фораминифер говорит об оксфордском возрасте вмещающих отложений.

2) В слое №9 в инт. 2559,0-2562,0м в обломочно-комковато-сгустковых известняках (шл.Gb-56-75s) наблюдаются перекристаллизованные обломки фораминифер, предположительно принадлежащие родам *Epistomina*, *Dentalina* (рис. 2).



Dentalina



Epistomina

Рис. 2. Комплекс фораминифер в обломочно-комковато-сгустковом известняке шл.

Gb-56-75s. Глубина 2559,54м. Увел. 61,2. Ник. +.

Таким образом, в разрезе XVa-горизонта в инт. 2544-2544,2 м обнаружены отпечатки двустворок *Plagiostoma highworthensis* Arkell средне-верхнеоксфордского возраста. В шлифах в инт. 2557,85-2558,0м в обломочно-комковатых, водорослевых известняках выявлены раковины фораминифер, относящиеся к родам *Globigerina*, *Epistomina*, *Quinqueloculina*, а в инт. 2559,0-2562,0м в обломочно-комковато-сгустковых известняках наблюдаются перекристаллизованные обломки фораминифер, предположительно

принадлежащие родам *Epistomina*, *Dentalina*, которые свидетельствуют об оксфордском возрасте вмещающих отложений.

Установленные палеонтологические остатки позволяют предположить, что осадконакопление происходило в прибрежной зоне мелководья. Условия формирования данных отложений и результаты постседиментационных преобразований пород тесно связаны с характером изменений коллекторских свойств пород, что имеет немаловажное значение при их оценке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акрамходжаев А.М., Авазходжаев Х.Х., Лабутина Л.И. и др. «Литология, условия образования и нефтегазоносность доюрских отложений Устюрта». Ташкент. Изд-во «Фан», 1979г.
2. Abdullaev G., Evseeva G. *Stratigraphic Correlation and Paleographic Mapping in the Amu Darya Basin of Uzbekistan // Technical meetings «Exploration for Unconventional Shale Reservoirs in the Amu Darya Basin of Uzbekistan», United Kingdom, London, 20 -28 June, 2014.- С. 9 – 14.*
3. Атлас текстур и структур осадочных горных пород. Под руководством Викуловой М.Ф. и Хабакова А.В., в трех частях. Москва. Изд-во «Литература по геологии и охране недр», 1962г.
4. Бабаев А.Г. Карбонатная формация юрского возраста платформенной области Узбекистана и ее нефтегазоносность. Ташкент. ФАН. 1983. С. 1-160.
5. Джалилов Г.Г. Оперативные лабораторные анализы керновых и иламовых материалов и исследование физических параметров пород полученных в процессе бурения и испытания скважин на поисковых площадях и разведкуемых месторождениях АК «Узгеобурнефтегаз». Отчет в 1-й книге. Ташкент, 2013.
6. Евсеева Г.Б. Палеонтолого-стратиграфические исследования при решении проблем нефтегазовой геологии // В сб. «К 50-летию научного центра по нефтегазовой геологии Узбекистана (1959-2009)». – Ташкент. -2009. - С. 11-17
7. Хворова И.В. Атлас карбонатных пород среднего и верхнего карбона русской платформы. Москва. Изд-во АН СССР. 1958.

К ВОПРОСУ О ВОЗРАСТЕ ЛЁССОВИДНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ РАЗРЕЗА АРКУТСАЙ (РЕСПУБЛИКА УЗБЕКИСТАН)

Тойчиев Х.А., Таджибаева Н.Р.

Национальный Университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека Ташкент Узбекистан¹,
Факультет геологии и инженерной геологии,
г. Ташкент, toychiyev1948@mail.ru

Лёссы и лёссовидные отложения являются одними из наиболее широко распространенных типов континентальных четвертичных отложений почти на всех континентах Земли, причем наибольшее развитие они получили в Евразии, Северной и Южной Америке. Лёссовые породы перекрывают более трети площади СНГ - 34 % [Соколов; 1996].

Территория Узбекистана является классическим регионом развития "типичного" лёсса, где развивались и создавались эоловая, аллювиальная, полигенетическая гипотезы лёссообразования. Мощные покровы лёссовидных отложений характерны для низкогорий, пролювиальных и аллювиально-пролювиальных предгорных равнин, и конусов выноса [Скворцов; 1932].

Разрез Аркутсай расположен в верховье р. Чирчик на южном склоне Каржантауского хребта в 2 - 2,5 км. к СЗ от пос. Хумсан. Геологическое строение разреза полностью

обнажено оползнем, который проявился в зоне Кумбельского разлома. Общая мощность отложений составляет около 70м. Каржантауская терраса в 1952 году, была выделена Н.П. Васильковским - как древнечетвертичный аналог Нанайской террасы, а Ю.А.Скворцовым (1932 г.) обе террасы, Каржантауская и Нанайская рассматривались условно, как древнечетвертичные [Васильковский; 1951].

Для выяснения возраста лессовидных отложений, разрез был опробован в сплошную. В результате было отобрано 2400 ориентированных образцов (размером 125см³), измеренных как в полевых (МА-21) так и в лабораторных (астати́ческий магнитометр конструкции А.Н.Хромова) условиях. Первичная намагниченность горных пород выделялась на основе временной чистки, чистки переменным магнитным полем, температурой и оценкой стабильности *In* горных пород. При помощи магнитного сепаратора и методом насыщения в постоянном магнитном поле изучены размер и состав ферромагнитных минералов [Тойчиев, 1976].

Полученные данные показывают, что нижняя часть разреза до глубины 57 м намагничены в эпохе обратной полярности (Матуямо), а верхняя часть с 57 м до поверхности, в эпохе прямой полярности (Брюнес). Если, сопоставить палеомагнитную колонку разреза Аркутсай с эталонной Международной шкалой геомагнитной полярности А.Кокса, то нижняя граница разреза проходит на рубеже 1.8 млн. лет, т.е. занимает положение верхнего эоплейстоцена. Зона прямой полярности геомагнитного поля, сопоставляется с геомагнитной эпохой Брюнес, т. е. занимает положение плейстоцена и голоцена. В целом разрез в сокращенном виде охватывает весь четвертичный период (рис.1).

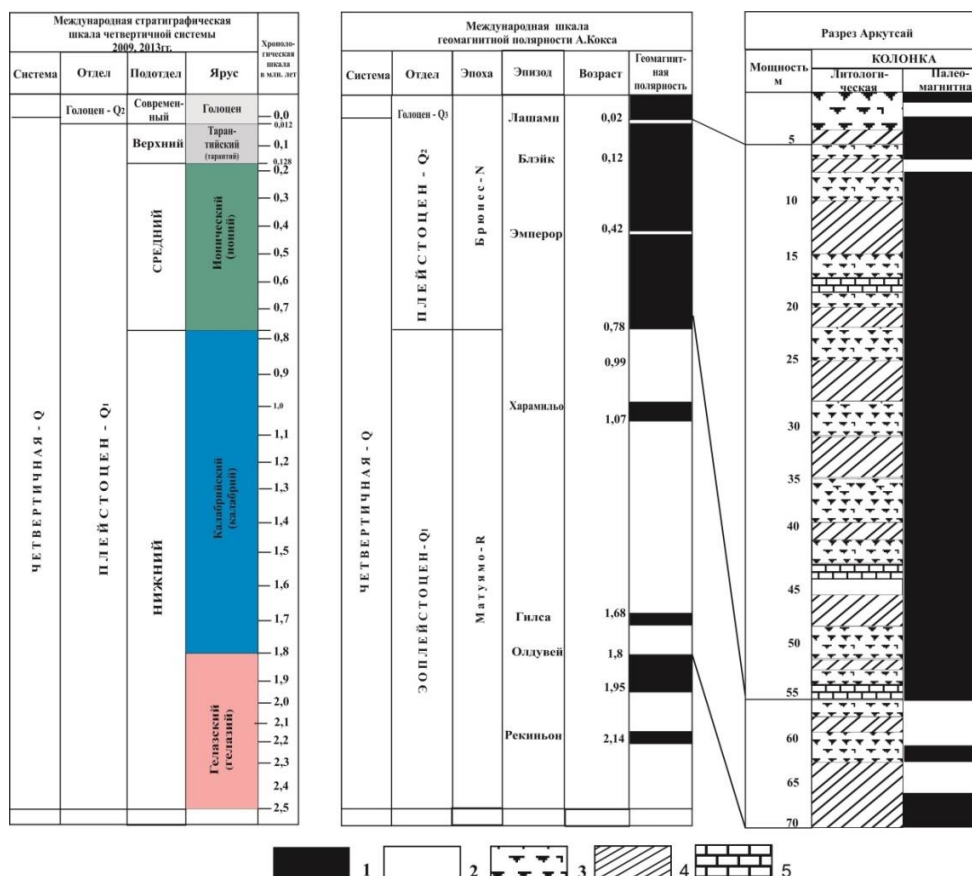


Рис.1. Корреляция международной стратиграфической шкалы четвертичного периода со шкалами геомагнитной полярности (А.Кокса) и с палеомагнитной колонкой разреза Аркутсай.

1 — прямая полярность; 2 — обратная полярность; 3 — палеопочвы; 4 — суглинки; 5 — подпочвенный карбонатный горизонт

Резюмируя вышеприведенное, можно сделать следующий вывод, что возраст отложений Каржантауской террасы, её нижняя часть, до 57 м соответствуют верхам эоплейстоцена, а верхняя часть разреза, а именно, с 57 м до поверхности земли, плейстоцену, голоцену. В Международной стратиграфической шкале 2013г., нижняя часть разреза сопоставляется с Калабрийским ярусом. Гелазский ярус или нижний эоплейстоцен в строении Каржантауского разреза выпадает. Верхняя часть разреза коррелируется в сокращенном виде с ярусами Ионий, Тарантий и Голоцен. Кроме того, в верхней части разреза фиксируются кратковременные эпизоды и экскурсы магнитного поля, которые могут служить реперами для дробного расчленения и корреляции разреза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильковский Н.П. К возрастному расчленению четвертичных отложений СВ Узбекистана. Тр. ИГ АН УзССР, вып. 6. Т., 1951.
2. Соколов В.Н. Проблема лёссов. МГУ им. М.В.Ломоносова.// Соросовский Образовательный Журнал. – 1996. №9. С. 86-93.
3. Скворцов Ю.А. К методике изучения четвертичных отложений в связи с геоморфологическим анализом Средней Азии, и применение последнего в поисково-разведочном деле. Геолразведиздат, 1932. № 9-10.
4. Тойчиев Х.А. Геомагнитные инверсии, экскурсии и вековые вариации в четвертичном периоде по результатам изучения осадочных пород Приташкентского региона. М., 1976. С-44-51.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЭНДОГЕННЫХ ГРЕЙЗЕНОВО-РЕДКОМЕТАЛЛЬНЫХ ФОРМАЦИЙ ЛЯНГАРСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

Усманиев Э.А., Фатхуллаева З.М.

Национальный университет Узбекистана имени М. Улугбека, Факультет геологии и инженерной геологии,
г. Ташкент, usmonaliev_e@nuu.uz

В Узбекистане, вопросы геологии, условия образования и закономерности размещения оруденение региона освещались исследователями, в трудах великих мыслителей эпохи Возрождения Беруни, Авиценны и других. Геологические исследования Средней Азии были начаты в 60-е годы прошлого века известными геологами – Х.М.Абдулаевым, И. Х.Хамрабаевым, И. В. Мушкетовым, Г. Д. Романовским, В. Н. Вебером и другими.

В настоящее время Западные Узбекистан рассматривается как один из наиболее перспективных на золото, серебро, вольфрам, олово, ртуть, сурма, свинец-цинк, и редкометалльные – литий, рубидий, цезий, бериллий, ниобий, тантал, германий и другие полезные ископаемые. В этом регионе установлены многочисленные месторождения и рудопроявления, а именно: пегматитово-кварцево-полевошпатовые (Мулла-Бурхан, Кыз-Курган и др.); грейзеново-редкометалльные (Сулу-Кыз, Курай, Кара-мечет, Беркут); скарново-редкометалльные (Ингичка, Лянгар, Койташ, Яхтон, Каратюбе, Сарутау, Саутбай, Дарай-тут, Учмулла, Гульджан, Чуюн); скарново-олово-полиметаллические (Кыз-Курган) [Абдулаев; 1968, Хамрабаев; 1958].

В Лянгарском рудном поле, выделяются формации, редкометалльных и метасоматические замещенных пегматитов, расположенного в горах Актау – южной ветви Нуратинского хребта.

Геологическое строение исследуемой площади, определяется широким развитием нижнесилурийских филлитовидных сланцев, мраморов, роговиков, собранных в серию складок северо - западного простиранья и прорванных гранитоидами Актауского массива, в

пределах которого отмечены проявления нескольких фаз герцинского магматизма. Наиболее древними являются кварцевые диориты, гранодиориты, биотитовые и мусковитовые граниты и аляскиты. Контакт Актауского массива, с вмещающими породами, активный и сопровождается образованием метаморфического ореола, шириной до нескольких сотен метров. Грейзеновые образования в пределах поля, распространены весьма широко. Отмечен ряд грейзеновых тел, размещенных в гранитоидах и, в меньшей мере, среди метаморфических пород. Лянгарского поля, который целиком находится в пределах Актауского массива. Здесь, резко преобладают слюдяные граниты, имеются небольшие выходы гранодиоритов, а слюдяные граниты, в свою очередь, пересекаются жилами, также штокообразными телами пегматитов и кварцевыми жилами. [Хамрабаев; 1958]

Интрузивные тела сложены из разнообразных пород, образованных в последовательно наложенных нескольких фазах магматической деятельности.

Примером месторождений грейзеново-редкометальной формации Западного Узбекистана может служить Лянгарское рудная зона, которая расположена на северных склонах северной ветви Нуратинского хребта.

По И.К. Лазареву интрузивная деятельность в пределах рудного поля делится на четыре фазы.

Наши исследования показали, что выделяемая грейзеново-редкометальная формация, в основном, связана с III-фазой-лейкократовых и IV-фазой-двуслюдяных гранитов (C_3-P_1) и развита в приконтактовой зоне массива с вмещающими их сланцами. В центральной части массива присутствуют неизменные лейкократовые граниты, в основном, мусковитизированные, альбитизированные. В приконтактовой зоне лейкократовые граниты заполняют апикальные части интрузива. Основное простирание тел северо-западное, близкое генеральному простиранию вмещающих пород.

Комплекс двуслюдяных гранитов не совсем реально определяет первичный их облик, так как мусковит является вторичным минералом метасоматическое развивающемся по биотиту и частично, по полевым шпатам.

Структура рудного поля определяется участием тектонических трещин разного характера, которые сопровождают зону интенсивной грейзенизации, пологие трещины же заполнены кварцем. По этим трещинам в последующей интенсивной грейзенизации часть кварца замещалась топазом, ниобием, танталом, оловом, вольфрамом, молибденом, свинцом, цинком, литием и хромом, а акцессорные минералы - цирконом, сфеном, медью, ильменитом, никелем, колумбитом, рубидием, апатитом и др. Морфология рудных тел представлена в виде жил сложной формы, линз, а мощность этих зон колеблется от 5 до 30 метров, длина от 40 - 150 до 500 метров. В грейзенах ведущими нерудными минералами являются - кварц, берилл, мусковит, альбит, из второстепенных - турмалин, топаз, микроклин. Из главных рудных минералов – олово, тантал, ниобий, вольфрам, рутил, колумбит. [Акбаров; 1990,2006]

В грейзеновых телах, образовавшихся в биотитовых гранитах, содержание окиси тантала низкая (2-3 г/т.), повышается в двуслюдяных и лейкократовых гранитах (5 - 8 г/т.). Грейзены, связанные с мусковит-альбитовыми гранитами, содержат концентрацию окиси тантала и в сравнении с лейкократовыми гранитами, увеличивается до 12 г/т. Отношение тантала к ниобию увеличивается от биотитовых гранитов к двуслюдяным и лейкократовым гранитам. Сопоставлением данных по геохимии ниобий-тантала и других рудных тел отмечено сходство их распределения в гранитоидах и их породообразующих минералах, что определяет их родство в магматических и постмагматических процессах. В породах отношение ниобий - тантала и других рудных тел в разных типах гранитоидов близко и колеблется в пределах 1,4-1,8. [Акбаров; 1990,2006].

Таким образом, исходя из вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

Закономерности размещения ниобия - танталового и др. редкометального оруденения генетически связаны с нижний – карбоновыми, верхне - пермскими (C_3-P_1) лейкократовыми двуслюдяными гранитами;

Ниобий-танталовое и др. редкометальное оруденение располагается, в основном, в эндоконтактовых частях Актауского интрузива, которые контролируются глубинными разломами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдуллаев Х.М. // Геолого–петрографический очерк района Лянгарского месторождения вольфрама – молибденовых руд в Узбекистане Тр. МГРИ.1968.С.39.
2. Акбаров Х.А., Турапов М.К., Умарходжаев М.У. // Литолого-структурные факторы размещения оруденения в скарновых месторождениях Средней Азии «Тр.международ. симп.», «Генезис рудных месторождений»-Канада, МАГРМ,1990. С- 240.
3. Акбаров Х.А., Никифоров Н.Н., Умарходжаев М.У. // Структурно-морфологические типы рудных тел. «Мат-лы междунар. Конф.» «Условия формирования, закономерности размещения и прогнозирования месторождений полезных ископаемых». ТашГТУ, 2006. С- 364.
4. Хамрабаев И.Х. // Магматизм и постмагматические процессы Западного Узбекистана. Ташкент. Фан. 1958. С-474.

ТУРИСТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ УЗБЕКИСТАНА И ПУТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Арипова М.К.¹, Арипов К. Р.², Усманова Ш. В.¹

1- Национальный университет Узбекистана имени М. Улугбека,

Факультет геологии и инженерной геологии,

г. Ташкент, Uz.Aripova@mail.ru; Shaxina_u@mail.ru

2-Государственный Предприятие «ГИДРОИНГЕО»² Узбекистан. г.Ташкент

Shaxina_u@mail.ru

Наиболее интересными геологическими объектами для посещения туристов без сомнения являются карстовые пещеры. Пещеры с их таинственностью, дикостью издавна привлекали внимание человека. С ними связаны множество легенд, преданий, открытий, находок, приключений.

Большие площади выходов карстующихся карбонатных, сульфатных и соляных пород в горной части Узбекистана способствуют широкому развитию и распространению различных форм карстопроявлений. Исследованиями карстоведов института ГИДРОИНГЕО на территории республики выявлены и обследованы свыше 1000 карстовых пещер. Среди них уникальная пещера Амир Темур Курагоний длиной более 1000 м с несколькими залами, гротами, проходами и подземным озером, пещеры - Аманкутан, Хазрати Давуд, Гульджек, Пиёзлы, Каптархона, Дивайрам, Тешикташ, Обирахмат, Чилиспен, Ходжаипок и многие другие. Совместными усилиями спелеологов нашей страны и стран содружества открыты и обследованы глубочайшая карстовая шахта Азии КилСИ глубиной 1082м, пещера Бойбулак длиной свыше 3 км и глубиной более 500м [Климчук А.Б., Кисилев В.Э.,1988].

Плато Кырктау на Зарафшанском хребте и огромные площади Юго-западных отрогов Гиссарского хребта словно "рай" для спелеологов всего мира. Тут находятся множество не открытых и открытых, но недообследованных, интересных как в научном, так и в спортивном отношении глубочайших и протяженных пещер Центральной Азии.

Заслуживает внимания в качестве туристских объектов уникальные вклюдозовые карстовые источники Карабулак в долине Кашкадарьи, Камангарон в долине Гуссая и Майбулак в долине Мачайдарьи. Воды каждого из этих источников проделывают огромный путь в недрах земной коры и выходят на земную поверхность в виде мощных источников, неся в себе объем воды равной средней реки. Питаясь атмосферными осадками на водоразделах горных массивов через сеть множества трещин, карстовых воронок, колодцев и

шахт, как кровеносные сосуды устремляются они вниз, к базису дренирования, растворяя породы оставляя за собой извилистую сеть карстовых ходов.

Объектами туристического посещения могут стать карстовые озера: Сарыктал на плато Кырктау, Кулибетуб, Ходжабулгур и Хомкан в горах Байсунтау-Кугитангтау. Наиболее крупное из них - Хомкон образовано в верхнеюрских гипсоносно-соленосных отложениях и достигает в диаметре 250м [Н.А. Гвоздеецкий и др., 1977].

Горы Узбекистана, находящиеся в зоне геосинклинали альпийском складчатости и неотектонических движений, высоко приподняты, изрезаны тектоническими трещинами и подвергнуты с поверхности различным экзогенным воздействиям. И поэтому на ряде участков земной коры отмечаются обнажения пластов горных пород как горизонтального залегания, так и смятых в складках и разрывах и часто эти обнажения указывают на стратиграфический разрез и геологическую историю данного района. Узбекскими геологами выявлены и обоснованы как опорные для Средней Азии и даже для Евразийского континента геологические разрезы отдельных периодов геологической истории Земли. Сюда относится геологический разрез гор Кугитангтау (Гиссарский хребет) по юрским отложениям. Юрская комиссия межведомственного Стратиграфического комитета утвердила этот разрез как опорный для запада Средней Азии. Уникальные опорные геологические разрезы близ перевала Шахриомон в сае Ходжакурган на территории Китабского лесничества (Кашкадарьинская область) включены были в число объектов для демонстрации участникам Международного геологического конгресса 1984 года.

Туристов несомненно заинтересует знаменитое ущелье Бузгалехана или "Железные ворота" в Байсунском районе. Это узкое горное ущелье-щель шириной от 5 до 20 метров, сложенное темносерыми известняками, производит грандиозное впечатление.

Причудливой формы большая гранитная глыба со сквозным отверстием в виде сердца известна в 30 км южнее Самарканда по дороге к Китабскому перевалу. Эта глыба больше похожа на двух дерущихся динозавров. Поэтому их называют и "динозаврами". На фоне ее снят фильм про индейцев апачей. Памятником природы может стать глыба изверженной породы, сглаженная выветриванием, по форме очень напоминающую черепаху. Эта каменная "черепаха" размером примерно 7х5 метров находится на сотом километре автомагистрали Нукус - Турткуль, слева от дороги.

Особой популярностью у туристов пользуется глыба на массиве Койташ (Нуратинские горы) называемое "Санги Жуман", то есть "качающийся камень" длиной 19м, высотой 5.5м и весом более 200 тонн. Усилием толчка одного человека эта огромная глыба самопроизвольно качается до 5-10 раз.

На Гуралашском заповеднике в горах Моргузор туристами облюбованы камни "Кырк кыз"(сорок девушек") с которыми связана весьма популярная в Средней Азии легенда. Этот живописный склон со множеством конгломератовых останцов - продукт воздействия эрозионных и денудационных процессов. Анологичные камни, с анологичным названием и схожей легендой известны в долинах и других горных массивов Узбекистана.

Показу туристам подлежат участки с интересными палеонтологическими находками, т.е. находки окаменевших или сохранившихся останков представителей древнейшей фауны и флоры Узбекистана. Большой неожиданной сенсацией в научном мире стала недавняя находка в нашей стране останков северного мамонта третичного периода. Интересным и весьма уникальным туристическим геологическим объектом является "тропа динозавров" - участок с хорошо сохранившимися отпечатками лап древних ископаемых, крупных динозавров, обнаруженных в Яккабагских горах. В тех же горах найдены два участка с большим числом (более 70 видов) эталонных растений юрского периода. Уникален в своем роде недавно обнаруженный в Центральных Кызылкумах "лес окаменевших деревьев". На пути к ним несомненно туристы будут обозревать древние останцовые горы, огромные котловины, эоловые города и сыпучие барханы.

В качестве туристических объектов могут быть представлены различные минеральные

образования, посещение их месторождений. Фантастические наросты кальцитовых, аргонитовых, гипсовых и соляных кристаллов в подземных полостях, месторождения поделочных камней, различные виды среднеазиатского чудодейственного бальзама - мумиё и многие другие геологические объекты удивят и порадуют любого туриста.

Показ на месте крупных оползней, мест горных обвалов, завалов, запруд, тектонических смещений горных пластов позволят туристу понять истинную силу геологических процессов и механизм их образования и осмыслить последствия их.

Дальнейшие исследования узбекских геологов будут радовать наших туристов еще более уникальными и удивительными открытиями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гвоздецкий Н.А. Абдужаббаров М.А., Алимов А.А., Атаджанов И.И., Маматкулов М.М. Генетические особенности и практическое использование карста некоторых районов Средней Азии. Гидрогеология и карстоведение. Вып.8, Пермь, 1977.
2. Климчук А.Б., Кисилев В.Э. Спелеологические открытия в СССР в 1986-1987 годах. Пещеры. Пермь, 1988.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ ВО ВРЕМЕНИ И ПРОСТРАНСТВЕ

Дудлер И.В.¹, Фуникова В.В.²

1 - ФГБУН «Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева Российской академии наук»,
Научный совет РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии,
г. Москва, div-33@yandex.ru

2 – Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Геологический
факультет, кафедра инженерной и экологической геологии,
г. Москва, funikovav@mail.ru

Среди широкого спектра геологических наук инженерная геология является одной из молодых. При этом за почти вековую историю она достигла многих значимых результатов, показала высокую динамику развития. Есть и достаточные основания ожидать в ближайшей и отдаленной перспективе новых достижений данной науки в исследованиях, причем как на Земле, так и за её пределами. В этой связи целесообразно отметить ряд позиций, иллюстрирующих инженерную геологию во времени и пространстве.

Появление в нашей стране в 20-х годах прошлого века *новой сферы геологической деятельности – инженерно-геологической* – было предопределено двумя обстоятельствами:

- вызвано необходимостью решения инженерно-строительных задач, связанных с проектированием и строительством крупных технически сложных гидротехнических и энергетических объектов по плану ГОЭЛРО, потребовавших комплексных исследований и оценок тех природных условий, которые позднее назвали инженерно-геологическими. При этом требовались исследования геологической среды сооружений на значительные глубины, прогнозы ожидаемых геологических процессов и геологические обоснования проектных решений;

- стало возможным благодаря тому, что к этому времени в России уже была целая когорта крупных ученых-геологов М.М. Филатова, И.В. Попова, Ф.П. Саваренского, Н.Н. Маслова и других, которые сумели понять грандиозность задач, определить подходы к проведению необходимых исследований и, проводя их, умело накапливать и обобщать получаемые данные.

К середине 20-х годов (1925-1926 гг.) при проектировании и строительстве первых 4-х ГРЭС и Волховской ГЭС был накоплен опыт специальных инженерно-геологических исследований, что позволяет считать это время началом становления Инженерной геологии.

По мере выявления необходимости решения новых задач, как сейчас принято говорить в соответствии с вызовами времени, возникали и развивались:

- кафедры инженерно-геологической направленности в вузах страны (ЛГУ – 1929 г., МГРИ – 1930 г., МИСИ – 1937 г., МГУ – 1938 г.). Дисциплина «инженерная геология» стала преподаваться в большинстве геологических, строительных и дорожно-транспортных вузов страны;

- научно-исследовательские и производственные организации, включающие инженерно-геологические подразделения, в том числе Теплоэлектропроект (1918 г.), ВНИИГ (1921 г.), Гидропроект (1930 г.), НИИОСП (в 1931 г. ВИОС), ВСЕГИНГЕО (1939 г.), Фундаментпроект (с 1951 г., до этого с 1928 г. – консультационно-техническое бюро «Стройконсультация»), Энергосетьпроект (1962 г.), ПНИИИС (1963) и другие;

- научные направления инженерной геологии, последовательно грунтоведение, инженерная геодинамика, региональная инженерная геология, охрана геологической среды. Эта последовательность четко прослеживается, в частности, в названии кафедры головного вуза страны МГУ: кафедра грунтоведения – 1938 г., грунтоведения и инженерной геологии – 1954 г., инженерной геологии и охраны геологической среды – 1986 г., инженерной и экологической геологии – 1998 г.;

- прикладные направления инженерной геологии, начиная от инженерной геологии городов и энергетических сооружений, до инженерной геологии континентального склона (шельфа), массивов техногенных грунтов и территорий размещения памятников истории и культуры;

- региональные школы инженерной геологии на всей территории страны, в том числе в бывших союзных республиках – прибалтийских, белорусской, украинской, среднеазиатских.

Следует подчеркнуть, что на протяжении рассматриваемого периода существенно уточнялись и развивались представления об инженерной геологии, геологической среде, грунтах и методах их исследования. В связи с последним следует заметить, что собственные методы, методики и технические средства инженерно-геологических исследований развивались и совершенствовались фактически с начала становления инженерной геологии. К сожалению, до настоящего времени методология изучения геологической среды не выделена в самостоятельное научное направление, необходимое в качестве базы развития технологии инженерно-геологических изысканий и исследований для строительства. В процессе перманентного развития инженерной геологии уточнялись многие базовые положения этой науки. Это касалось, в частности развития представлений о грунтах, акценте на изучение геологической среды и её техногенных изменениях, выявлении новых закономерностей в проявлении свойств грунтов, установлении законов инженерной геологии и её научных направлений. Формулировки и обсуждение законов инженерной геологии впервые были приведены в печати в конце XX века (В.Д. Ломтадзе, Г.К. Бондарик, В.Т. Трофимов, И.В. Дудлер), затем продолжены в 2016 (В.Т. Трофимов, В.А. Королев) и в 2021-2022 гг. (И.В. Дудлер, В.В. Фуникова и др.).

Обобщение истории развития инженерной геологии, её понятийно-терминологической базы, методов познания, гипотез и открытий, общих законов теории и номологической базы этой науки дано в фундаментальной монографии В.А. Королева и В.Т. Трофимова в 2016 г.

Нет сомнений, что к 100-летию Инженерной геологии будут подведены итоги достижений этой науки и её практического вклада в развитие ряда хозяйственных отраслей нашей страны.

Среди перспективных направлений дальнейшего развития инженерной геологии отметим следующие:

- разработку прорывных технологий изучения геологической среды на базе создания нового поколения методов и технических средств исследования крупных массивов грунтов в естественном залегании с обеспечением построения динамичных инженерно-геологических моделей геологической среды в составе создаваемых природно-технических систем «геологическая среда - строительный объект – территория в зоне его влияния». В этой связи представляется необходимыми реализация междисциплинарных разработок в конструировании новых технических средств исследований, а также применения новых ИТ-технологий, нано-технологий и других;

- разработку методологии инженерно-геологических исследований территорий под застройку крупными строительными объектами (мега- и макро- уровней). Речь идет об исследованиях, направленных на инженерно-геологическое обоснование и сопровождение строительства при значительном расширении мегаполисов, создании мега-городов, новых городов и крупных линейных объектов с сопровождающей инфраструктурой;

- разработку нового научного направления «Инженерная геология Луны», а в отдаленной перспективе «Инженерная геология планет и их спутников». В этой связи приоритетным должно явиться изучение геологической среды Луны, в том числе для обеспечения строительства подлунных (аналог подземных) сооружений, защищенных от негативного влияния космоса.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ЭЛЕМЕНТОВ В КВАРЦ-ПОРФИРОВЫХ ПОРОДАХ МЕЖДУ РУЧЬЕМ ШОГАЗ-КАНДЫР

Халиёров Х.Х., Абдуллаев А.Х., Шаназаров С.И.

Национальный Университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека. Геологии и инженерной геологический ф-т, г. Ташкент, xaliyorovxolmurod@gmail.com

Алмалыкское рудное поле расположено в Белтау-Кураминском вулканоплутоническом поясе Ташкентской области, на северном склоне Кураминского хребта. Район граничит с рекой Ангрен на севере, Республикой Таджикистан на западе, реками Кандыр и Гушсай на востоке и хребтом Курама на юге. В районе широко развиты осадочные, вулканогенные и интрузивные отложения.

В пределах Алмалыкского рудного поля имеются месторождения меди, свинца, цинка, серебра, золота и других полезных ископаемых. На их базе работает один из крупнейших горно-металлургических комбинатов Средней Азии. В районе исследования находятся такие реки, как Ургаз, Санак, Шаугаз, Пистали, Абджаз и Кандыр. Здесь месторождения штокверкового типа расположены в Северном блоке района и представлены тремя подтипами. Штокверки в экзоконтактах штоков мелких интрузий гранодиорит-порфиров контролируются сложными зонами дробления, развившимися в сиенито-диоритах, сиенитах и диоритах. Вмещающие породы хлоритизированы, серицитизированы, ортоклазитированы, окварцованы и пиритизированы. Прожилки кварц-пиритового, кварц-пирит-халькопиритового (с золотом), кварц-галенит-сфалеритового с блеклыми рудами и самородным золотом состава, образующие штокверк, имеют субширотное северо-восточное и северо-западное простирание. Этот подтип штокверковых месторождений характеризуется большими размерами и запасами комплексных руд, относится к медно-молибденовой с золотом формации, является наиболее перспективным в районе. [Халиёров и др.; 2022].

В структурном отношении Чаткало-Кураминский геоструктурный блок (32 тыс. км²) делится на две подзоны - Чаткальскую (северную) и Кураминскую (южную), различающихся как по общей мощности земной коры (5-55 км - на севере, и 40-45 км на юге), так и по мощности гранитного слоя: 30-35 км в пределах Чаткальской подзоны и 12- 20 км - в Кураминской. Наличие этих подзон отражает различие в их геологическом развитии:

Чаткальская подзона входит в состав Среднетяньшаньского срединного массива с верхнепротерозойским рифейским фундаментом; Кураминская-частью Бельтау-Кураминского герцинского вулканоплутонического пояса и простирается вдоль южной границы Среднетяньшаньского срединного массива и сменяется на юге Южно-Тяньшаньской каледоно-герцинской геосинклинально-складчатой системы [Кремнев и др.; 2016].

Установлено, что элемент меди в кварц-порфировых породах ручья Шаугоз-Кондир имеет очень хорошую корреляцию с >5 элементами Cu-Cd-Pb-Sb-Re; Обнаружена отрицательная корреляция с элементами Cu-Se-Mo-Te-Sn-W. Установлено, что элемент свинец в кварц-порфировых породах ручья Шаугоз-Кондир имеет очень хорошую корреляцию с элементами >5 Pb-Cd-Cu-Sb-Bi; Обнаружена отрицательная корреляция с элементами Pb-Te-Se-W-Sn-As-Mo-Ag. Установлено, что элемент мышьяк в кварц-порфировых породах ручья Шаугоз-Кондир имеет очень хорошую корреляцию с >4 элементами As-Ag-Te-Se; Обнаружена отрицательная корреляция с элементами As-Pb-Cd-Cu-Bi-Sb. Установлено, что элемент сурьмы >4 в кварц-порфировых породах долины Шаугоз-Кондир очень хорошо коррелирует с элементами Sb-Pb-Cu-Bi-Cd; Обнаружена отрицательная корреляция с элементами Sb-W-Sn-Se-Mo-Te-Re (Рис 1).

	Cu	Bi	Pb	Cd	As	Sb	Se	Te	Au	Ag	W	Sn	Mo	Re
Cu	1	0,06	0,81	0,95	-0,37	0,68	-0,95	-0,90	#ДЕЛ/0!	-0,02	-0,76	-0,91	-0,92	0,50
Bi	0,06	1	0,58	0,04	-0,36	0,68	-0,36	-0,36	#ДЕЛ/0!	-0,30	-0,67	-0,33	-0,04	-0,83
Pb	0,81	0,58	1	0,83	-0,68	0,82	-0,94	-0,97	#ДЕЛ/0!	-0,39	-0,92	-0,82	-0,65	-0,04
Cd	0,95	0,04	0,83	1	-0,62	0,52	-0,89	-0,94	#ДЕЛ/0!	-0,32	-0,66	-0,76	-0,74	0,51
As	-0,37	-0,36	-0,68	-0,62	1	-0,16	0,44	0,70	#ДЕЛ/0!	0,93	0,35	0,17	-0,01	0,06
Sb	0,68	0,68	0,82	0,52	-0,16	1	-0,85	-0,71	#ДЕЛ/0!	0,13	-0,98	-0,91	-0,76	-0,23
Se	-0,95	-0,36	-0,94	-0,89	0,44	-0,85	1	0,95	#ДЕЛ/0!	0,10	0,92	0,96	0,88	-0,21
Te	-0,90	-0,36	-0,97	-0,94	0,70	-0,71	0,95	1	#ДЕЛ/0!	0,39	0,83	0,82	0,71	-0,19
Au	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!
Ag	-0,02	-0,30	-0,39	-0,32	0,93	0,13	0,10	0,39	#ДЕЛ/0!	1	0,04	-0,19	-0,36	0,20
W	-0,76	-0,67	-0,92	-0,66	0,35	-0,98	0,92	0,83	#ДЕЛ/0!	0,04	1	0,92	0,76	0,17
Sn	-0,91	-0,33	-0,82	-0,76	0,17	-0,91	0,96	0,82	#ДЕЛ/0!	-0,19	0,92	1	0,95	-0,21
Mo	-0,92	-0,04	-0,65	-0,74	-0,01	-0,76	0,88	0,71	#ДЕЛ/0!	-0,36	0,76	0,95	1	-0,45
Re	0,50	-0,83	-0,04	0,51	0,06	-0,23	-0,21	-0,19	#ДЕЛ/0!	0,20	0,17	-0,21	-0,45	1

Рис 1. Значения корреляции химических элементов в кварц-порфировых породах.

Рассчитана корреляция элементов в кварц-порфировых породах между Шаугаз-Кандыр. Установлено, что Cu-Cd-Pb-Sb-Re, Pb-Cd-Cu-Sb-Bi, As-Ag-Te-Se, Sb-Pb-Cu-Bi-Cd имеют хорошую корреляцию с основными элементами. Это указывает на присутствие на участке минералов халькопирита, пирита, сфалерита, молибденита, висмутита. По-видимому, основные рудные минералы связаны с гидротермальными процессами в этом районе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кремнев И.Г., Домбровский О.В., Хайдаров Х. Интеграция науки и практики как механизм эффективного развития геологической отрасли Республики Узбекистан Материалы Международной наука-технической конференции. / Ташкент ГП "НИИМР" 2016 й., С-280.
2. Халиёров Х.Х., Хошжанова К.К., Рўзиев М., Петрохимический состав метасоматитов площади Шаугаз-Кандыр Алмалыкского рудного поля // ЎзМу хабарлари. 2022. - № [3/1/1]. - С-296-298.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА

Ходжаева Н.А., Ходжаева Н.А., Ходжаев А.А.

Университет Геологических Наук, г. Ташкент

xnigina.220403@gmail.com

Теоретические основы разработки месторождений нефти и газа включают в себя знания из различных областей, таких как геология, геофизика, инженерная геология, нефтегазовая геология, нефтегазовая инженерия и другие. Основные аспекты, которые рассматриваются при разработке месторождений нефти и газа, включают в себя:

1. Геологическое строение и свойства пластов: изучение геологического строения и свойств пластов, определение их мощности, проницаемости, пористости и других характеристик.

2. Гидродинамические процессы: анализ потоков флюидов в пласте, определение давления и температуры в пласте, оценка скорости и направления движения флюидов.

3. Методы разработки месторождений: выбор оптимальных методов добычи нефти и газа в зависимости от геологических условий и технических возможностей.

4. Технологии добычи: применение современных технологий и оборудования для эффективной добычи нефти и газа, включая бурение скважин, закачку жидкостей, поднятие продукции на поверхность и другие процессы.

5. Экономическая оценка: проведение экономической оценки разработки месторождений нефти и газа, расчет затрат и доходов от добычи, определение экономической эффективности проекта [1]. Изучение геологического строения и свойств пластов является одним из ключевых этапов при разработке месторождений нефти и газа. Изучение этих характеристик позволяет определить потенциал месторождения, выбрать оптимальные методы добычи и разработки, а также принять решения о необходимости проведения дополнительных геологических исследований [2]. Комплексное изучение геологического строения и свойств пластов является основой для успешной разработки месторождений нефти и газа. Гидродинамические процессы играют ключевую роль в разработке месторождений нефти и газа. Важно проводить анализ потоков флюидов в пласте, определять давление и температуру в пласте, а также оценивать скорость и направление движения флюидов. Некоторые основные аспекты гидродинамики в контексте месторождений нефти и газа включают:

1. Анализ потоков флюидов: это изучение движения нефти, газа и воды в пласте. Понимание потоков флюидов позволяет определить эффективность добычи и разработать оптимальные стратегии управления месторождением.

2. Определение давления и температуры: знание давления и температуры в пласте важно для оценки состояния месторождения, прогнозирования изменений в условиях добычи и выбора соответствующих технологий.

3. Оценка скорости и направления движения флюидов: понимание скорости и направления движения флюидов помогает оптимизировать системы добычи, распределить добычу по скважинам, предотвратить возможные проблемы с перераспределением флюидов в пласте [3].

Гидродинамические процессы в месторождениях нефти и газа требуют комплексного подхода и использования специализированных методов и инструментов для анализа данных, моделирования потоков и принятия обоснованных решений по разработке месторождения. Выбор оптимальных методов разработки месторождений нефти и газа является ключевым этапом для эффективной добычи углеводородов. Он зависит от ряда факторов, включая геологические условия месторождения, технические возможности компании, экономическую целесообразность и окружающую среду.

Выбор оптимального метода разработки месторождения нефти и газа должен основываться на комплексном анализе всех вышеперечисленных факторов, а также учитывать специфику конкретного месторождения и цели компании. Важно также провести оценку рисков и преимуществ каждого метода перед его применением. Современные технологии и оборудование играют ключевую роль в эффективной добыче нефти и газа.

Применение современных технологий и оборудования в добыче нефти и газа позволяет увеличить производительность, снизить затраты, повысить безопасность и сократить воздействие на окружающую среду [4]. Важно постоянно следить за развитием новых технологий и внедрять их на месторождениях для оптимизации процессов добычи углеводородов. Экономическая оценка разработки месторождений нефти и газа играет ключевую роль в принятии решения о целесообразности инвестиций в проект. Важными этапами экономической оценки являются расчет затрат на разработку месторождения, прогнозирование доходов от добычи нефти и газа, а также определение экономической эффективности проекта.

Расчет затрат: 1) Определение инвестиционных затрат на строительство и оборудование месторождения. 2) Расчет операционных затрат, включая затраты на эксплуатацию скважин, транспортировку продукции, оплату труда и другие операционные расходы. 3) Оценка затрат на ремонт и обслуживание оборудования, затрат на безопасность и охрану труда.

Прогнозирование доходов: 1) Оценка объемов добычи нефти и газа на основе геологических данных и технических характеристик месторождения. 2) Прогнозирование цен на нефть и газ, учитывая текущие рыночные условия и прогнозы на будущее. 3) Расчет доходов от продажи добытой нефти и газа.

Определение экономической эффективности: 1) Расчет показателей экономической эффективности, таких как NPV (чистая приведенная стоимость), IRR (внутренняя норма доходности), ROI (индекс доходности) и другие. 2) Сравнение полученных показателей с требуемым уровнем доходности и оценка рисков проекта. 3) Принятие решения о целесообразности инвестиций в разработку месторождения на основе результатов экономической оценки.

Экономическая оценка разработки месторождений нефти и газа помогает инвесторам, компаниям и государственным органам принимать обоснованные решения о развитии проектов, оптимизировать затраты, повысить прибыльность и минимизировать риски [5]. Важно проводить комплексный анализ всех факторов, влияющих на экономическую эффективность проекта, чтобы обеспечить успешную реализацию и долгосрочную устойчивость бизнеса в сфере добычи нефти и газа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Edited by L.P. Dake., *Fundamentals of Reservoir Engineering*. Volume 8, pages iii-xvii, 1-443 (1978).
2. Mark D. Zoback, Stanford University, California, *Reservoir Geomechanics*. 2007, ISBN:9780511586477
3. Boyun Guo, Ali Ghalambor, William C. Lyons, *Petroleum Production Engineering*. Copyright © 2007 Elsevier Inc. All rights reserved, Gulf Professional Publishing/2007.
4. John R. Fanchi, Richard L. Christiansen, *Introduction to Petroleum Engineering*. John Wiley & Sons, 2016. Pages 352.
5. Tarek Ahmed, *Reservoir Engineering Handbook*. Elsevier Science, 2018-11-23.

СПИСОК АВТОРОВ

Абдуллаев А.Х.	147-148, 176-177
Абдуллаева М.А.	122-123
Абдуназаров У.К.	149-150
Акаев А.Р.	139-141
Аксенов С.М.	49-51, 51-52
Алексеев А.Г.	10-12, 64-66
Алимов М.М.	166-168
Антонов А.А.	49-51
Арипов К.Р.	172-174
Арипова М.К.	172-174
Багдасарян Т.Э.	59-60
Байдарики Е.А.	91-93
Балашова М.М.	80-81
Банару А.М.	49-51
Банару Д.А.	49-51, 51-52
Барановская Е.И.	91-93, 135-136
Беззубов А.Ю.	76-78
Белецкая Н.В.	76-78
Белоконева Е.Л.	162-163
Бенделиани А.А.	13-14, 52-53
Бобров А.В.	13-14, 52-53
Большаков Д.К.	54-55, 121-122
Большакова М.А.	56-57, 119-120
Брагин И.В.	135-136
Брушков А.В.	15-17
Бычков А.Ю.	17-19
Ведяшкина В.В.	34-36
Веселовский Р.В.	59-60, 69-71, 131-132
Гагарин В.Е.	15-17
Галин Н.Р.	76-78
Гергокова З.Ж.	61-62
Геря Т.В.	33-34
Глухова С.О.	91-93
Горбунова А.А.	63-64
Гречищева Э.С.	10-12, 64-66
Гриневский С.О.	34-36, 91-93
Гриценко Ю.Д.	67-69
Давлатов Ф.С.	39-40
Джалилов Г.Г.	166-168
Джимбоева Д.Ф.	155-157
Джуманиязов Д.И.	23-25
Додобоев Э.И.	15-17
Дуданова В.И.	69-71
Дудлер И.В.	174-176
Еремин Н.Н.	13-14, 20-21, 52-53, 90-91, 116-118
Ермаков А.П.	71-73

Захаров В.С.	33-34
Искандаров Ф.Ш.	112-114
Каримова О.В.	75-76
Каримова Ф.Б.	23-25
Карпушин М.Ю.	76-78
Кишко А.А.	80-81
Комарова А.Г.	81-82
Константинов Е.А.	69-71
Коршунов А.А.	76-78
Кошурников А.В.	15-17
Кошуг Д.Г.	26-27
Курбонов М.Д.	85-86
Лехов В.А.	91-93
Лубкова Т.Н.	17-19
Мавлони С.Р.	86-87
Магдиев М.М.	28-29
Марипова С.Т.	110-112, 125-126
Марченко Е.И.	13-14, 90-91
Маслов А.А.	91-93
Межуева А.А.	75-76
Мирахмедов Т.Д.	93-95
Мобили Р.Б.	95-96
Модин И.Н.	54-55, 121-122
Набиев И.А.	15-17
Никишин А.М.	30-31
Николаева И.Ю.	17-19
Николаева С.К.	44-45
Нуруллоев Я.Н.	112-114
Пак Д.Ю.	100-102
Пак Ю.Н.	100-102
Пеков И.В.	31-33
Перчук А.Л.	33-34
Поздняков С.П.	34-36, 91-93
Преображенская А.Е.	91-93
Прокопьев С.А.	81-82
Прокопьев Е.С.	81-82, 102-106
Путинцева Е.В.	106-108
Пуцаровский Д.Ю.	13-14
Разиков О.Т.	125-126
Разыков Б.Х.	108-109
Расторгуев А.В.	85-86, 91-93
Рахимов Ф.А.	86-87
Рахмонов С.Б.	147-148
Рашидова Д.Х.	160-161
Реймерс А.Н.	37-38
Реутова О.В.	162-163
Рихсибоев Н.Р.	164-165
Сабитова Н.И.	149-150
Саидзода С.М.	39-40

Саидов М.С.	28-29, 39-40
Салихов Ф.С.	28-29, 112-114
Самарцев В.Н.	91-93
Сауткин Р.С.	76-78
Ситар К.А.	56-57, 116-118
Соболева Е.В.	56-57, 119-120
Сорокоумова Я.В.	91-93
Спиридонов А.В.	91-93
Спиридонов Э.М.	41-43, 106-108
Стельмах А.Г.	149-150
Степченков В.С.	121-122
Ступакова А.В.	56-57, 76-78
Суслова А.А.	76-78
Таджибаева Н.Р.	164-165, 168-170
Тебаева А.Ю.	100-102
Тогаев И.С.	166-168
Тойчиев Х.А.	122-123, 123-124, 168-170
Трофимов В.Т.	44-45
Тузов И.В.	119-120
Туракулов А.У.	125-126
Умурзаков Р.А.	46-47, 127-128
Усманалиев Э.А.	170-172
Усманова Ш.В.	172-174
Фалалеева А.А.	129-130
Фатхуллаева З.М.	170-172
Фетисова А.М.	131-132
Филимонов С.В.	116-118
Филимонова Е.А.	91-93
Фролова Ю.В.	133-134
Фуникова В.В.	174-176
Хайрулина А.Э.	67-69
Халиёров Х.Х.	176-177
Харитонов Н.А.	91-93, 135-136, 155-157
Харькина М.А.	44-45
Ходжаев А.А.	178-179
Ходжаев А.К.	46-47
Ходжаева Н. (Насиба) А.	178-179
Ходжаева Н. (Нигина) А.	178-179
Хусаинов Х.А.	123-124
Челноков Г.А.	135-136
Чернявский В.В.	76-78
Чикишева Т.А.	81-82
Чистякова А.В.	59-60
Чўллийев Ф.С.	147-148
Шаназаров С.И.	176-177
Шацкий А.Ф.	137-137
Шванская Л.В.	137-139
Шерхов А.Х.	139-141
Шишина П.Н.	119-120

Ямнова Н.А.	49-51
Abdurakhmanov B.G.	98-100, 151-152
Abdurakhmonov G. Yu.	144-145
Alimukhamedov I.M.	22-23, 96-98, 144-145, 151-152, 153-155
Bozorov J.	157-158
Jukov A.V.	22-23
Kamishov V.S.	73-75, 78-79, 83-84, 158-160
Khalmatov R. A.	74-75, 78-79, 83-84, 158-160
Krivosheeva A.N.	73-75, 78-89, 83-84, 158-160
Kuchkarov K.I.	153-155
Lee A.V.	144-145
Mamarozikov T.U.	22-23, 88-89, 141-143, 143-145
Musaev U.T.	22-23, 96-98, 144-145, 153-155
Oripov N.K.	22-23, 57-59, 96-98, 98-100, 144-145, 157-158
Oripova N.I.	73-75, 78-79, 83-84, 158-160
Otajonova Sh.Kh.	22-23, 57-59, 98-100, 141-143
Salikhov F. S.	114-116
Sattorova N.A.	151-152
Shodii Bek	114-116
Shukurov Z.M.	96-98
Vahobov J.A.	22-23, 57-59, 98-100
Yanbukhtin I.R.	22-23, 96-98, 144-145, 153-155
Yusupov D.D.	88-89, 98-100, 141-143
Zakirov A.Sh.	22-23, 88-89, 96-98, 144-145, 153-155