

ПРЕДПОЛАГАЕМЫЙ МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ МЕДНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ МИХАЙЛО-ОВСЯНСКОГО РУДОПРОЯВЛЕНИЯ

Моров Владимир Павлович

Самарский федеральный исследовательский центр РАН, Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти; м.н.с.

Бибко Артём Андреевич

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск; м.н.с.

Коновалов Александр Николаевич

ООО «Геосервис», г. Самара; геолог. Геоархеолог-любитель

Морова Алёна Александровна

Самарский государственный технический университет, г. Самара; старший преподаватель

Аннотация. Обобщены новые данные по медной минерализации на Михайло-Овсянском рудопроявлении. Уточнены механизмы формирования минерализации.

Ключевые слова: медная минерализация, серебряная минерализация, рудопроявления, археологические памятники

PROPOSED MECHANISM OF FORMATION OF COPPER MINERALISATION OF THE MIKHAILO-OVSYANSKOYE ORE OCCURRENCE

Morov Vladimir Pavlovich

Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS, Tolyatti; junior researcher

Bibko Artyom Andreevich

National Research Tomsk State University, Tomsk; junior researcher

Kononov Alexander Nikolayevich

Geoservice LLC, Samara; geologist. Amateur geoarchaeologist

Morova Alyona Aleksandrovna

Samara State technical University, Samara; senior lecturer

Abstract. New data on copper mineralisation at Mikhaylo-Ovsiyanskoyskoye ore occurrence are summarized. Mechanisms of mineralisation formation are specified.

Keywords: copper mineralization, silver mineralization, ore occurrence, archaeological monument

Михайло-Овсянское рудопроявление меди на территории Пестравского района Самарской области имеет важное междисциплинарное научное значение, поскольку с ним связан горно-геологический и археологический памятник 2-го тысячелетия до н.э. [5; 6; 8]. Несмотря на достаточную его изученность, остаются некоторые вопросы, в первую очередь, минералогического плана, поскольку все проведённые исследования здесь не носили комплексного характера. Частично данные вопросы были рассмотрены в работе [7], однако в последующем нами были проведены дополнительные исследования характера минерализации на проявлении и получены новые фактические данные

по представленным на проявлении минералам меди.

Строение проявления достаточно детально описано нами в работе [7]. Однако минералогические исследования в ней, как и в предшествующих, были выполнены на низком уровне – путём визуального определения минералов и полуколичественного химического анализа, что позволяло делать лишь предварительные заключения.

Выделения минералов меди на проявлении на дневной поверхности наблюдаются в бортах и тальвеге оврага по трещинам и мелким пустотам выщелачивания в известняках, принадлежащих казанскому ярусу пермской системы. Им сопутствуют выделения гидроксидов железа (гидрогётит, лепидокрокит); кроме того, отмечаются линзы параморфоз кальцита по арагону. По новым наблюдениям, на свежем сколе отдельных гнездообразных включений отчётливо видно, что центральные зоны сложены халькозином, а малахит-азуриновый агрегат представлен в виде корки со стороны дневной поверхности (рис. 1, А). Также в дне оврага наблюдаются полностью выветрелые рудные линзы по пустотам в известняке размерами до 30 см в диаметре.

Минералогические исследования отобранных образцов проведены в 2022 г. в Томском госуниверситете; по результатам был составлен неопубликованный отчёт.

В рамках минераграфического описания было подготовлено два стандартных аншлифа для изучения рудных минералов в отражённом свете. Полировка проводилась по классической методике: на SiC полировальных бумагах для выравнивания, затем на алмазных суспензиях в последовательности (размерность зёрен / время полировки) при скорости оборотов полировочного диска 300 об./мин.: 9 мкм/6 мин.; 6 мкм/5 мин.; 3 мкм/4 мин.; 1 мкм/2 мин. Исследование аншлифов проводилось на микроскопе Leica DM 750M. При этом было выявлено, что халькозин частично замещён купритом.

Исследования химического состава минералов проводились методами рентгеноспектрального микроанализа на сканирующем электронном микроскопе Tescan Mira 3 LMU, совмещённых со спектрометрами INCA Energy 350 Oxford. Для этого пластины были покрыты проводящим материалом (углеродом) в низком вакууме. Параметры съёмки при анализе химического состава минералов энергодисперсионным анализатором: ускоряющее напряжение 20кВ, PC=5, живое время набора 120 сек, катод вольфрамовый, размер зонда 1-2 µm. Были использованы стандартные образцы MAC (55 Standard Universal Block Layout+F/Cup, Micro-Analysis Consultants Ltd, UK): SiO₂, Al₂O₃, MgO, Ca₃[Si₃O₉], Na[AlSi₃O₈], K[AlSi₃O₈], NaCl, MgF₂, BaF₂, Fe[S₂], GaP. В исследуемых образцах подтвердились выводы, сделанные при минераграфическом анализе. Основная рудная масса сложена халькозином, который замещается купритом (рис. 1, Б).

Также стоит отметить весьма интересное наблюдение. В числе рудных минералов присутствует редкий минерал группы галогенидов – йодаргирит. Он наблюдается

Таблица 1.

Химический состав минералов, %

Метка спектра	O	S	Cu	Br	Ag	I	Hg	Всего
Халькозин	3,99	20,12	73,31		1,20	1,17		99,78
Куприт	22,73	1,08	76,08	0,36				100,25
Йодаргирит		0,64	6,31		54,24	39,65		100,85

как внутри линз, так и заполняет собой межжёлёренное пространство в известняках, замещая халькозин (рис. 1, В-Г). Химический состав изученных минералов представлен в табл. 1.

В дополнение к этому, выше территории древнего рудника по оврагу был отобран образец сезонных грунтовых вод. Анализ их химического состава проведён в СамГТУ. Воды характеризуются высокими содержаниями меди, а также большими содержаниями сульфатов и хлоридов (табл. 2).

Таблица 2.

Химический состав грунтовых вод

№	Наименование компонента (показателя)	Ед. изм.	Результаты анализов
1	Хлориды	мг/дм ³	1949±175
2	Сульфаты	мг/дм ³	781±117
3	Кальций	мг/дм ³	571,1±62,8
4	Щелочность общая	мг-экв/дм ³	6,8±1,3
5	Медь	мг/дм ³	0,12±0,04

Ближайшая к району Вятско-Камская меденосная минерагеническая зона, имеющая вид протяжённой полосы в Предуралье, известна и разрабатывалась давно. Первичным источником меди был Урал [4]; при этом основную роль, очевидно, играли подвергавшиеся в пермскую эпоху сильной эрозии медно-порфиновые (вулканогенные) и колчеданные месторождения.

В Предуралье меденосными являются надсоленосные (послекунгурские) отложения пермской эпохи. В Пермском Предуралье это шешминские (верхнеуфимские), в Башкирском – нижнеказанские, в Оренбургском – верхнеказанские и татарские, в Актюбинском – триасовые [4]. Большинство проявлений на юго-востоке Татарстана и на приграничной территории Самарской области имеют нижнеказанский возраст [1; 8]. Рудоносные зоны приурочены к отложениям, сформировавшимся в условиях мелководных бассейнов на границе смыкания континентальных и прибрежно-морских фаций (аллювиальных, озёрных, надводных и подводных дельтовых, заливов, бухт и лиманов) [2] и палеодолин [4]. Это коррелируется со смещением береговой зоны с востока на запад во времени. Для всех пород характерно наличие растительного детрита. Большинство проявлений приурочено к участкам наиболее быстрого замещения красноватых пород сероцветными по латерали, локализуясь в основном в толщах сероцветных пород [2]. Это соответствует склонам палеоподнятий, обращённым к

области питания [1]; к таковым относится и район Михайло-Овсянки. Стоит отметить, что проявление расположено в верхней части склона эрозионной палеодолины миоцен-раннеплиоценового возраста, направленно-го противоположно склону тектонического свода.

Параллельно рассматривается возможность поступления дополнительных порций меди по разрывным нарушениям из нижележащих отложений [1]; на таких объектах, как правило, оруденение проявляется на нескольких уровнях в разрезе и залежи имеют многоярусное строение, а источник связывается с девонскими и каменноугольными отложениями [2], либо предполагается участие фундамента [1]. Подобный характер, вне сомнения, носит медепроявление Яблоневый Овраг в карбонатных толщах верхнего карбона Жигулей, но в случае Михайло-Овсянки такой источник неочевиден.

Оруденение Вятско-Камской зоны представлено сульфидными рудами (известны только в глинах на глубине, вне зоны свободного водообмена) и окисленными двух подтипов – конкреционным, также в глинах) и вкраплённого. Для последнего породы, вмещающие оруденение, представлены в основном глинистыми мергелями, сероцветными песчаниками средне- и мелкозернистыми, гораздо реже алевролитами и известняками ранне- и позднеказанского возраста. Встречается также смешанный куприт-малахит-халькозиновый минеральный тип с вкраплённой и конкреционной текстурой [2]. Последний наиболее близок к наблюдаемому характеру минерализации.

Для вод рудоносного пермского комплекса Вятско-Камской зоны характерно повышенное содержание меди (0,2-0,75, максимально до 1,5 мг/л) [1]. Это говорит о повышенной мобильности элемента в пределах проявлений, что значительно облегчает формирование на них вторичной минерализации. Сульфатно-хлоридный тип вод с минерализацией до 1,5-3,0 г/л довольно характерен для казанского водоносного карбонатного комплекса района описываемого проявления [3], что также вполне согласуется с полученными данными и не требует для их объяснения привлечения водообмена с глубокими горизонтами, как это сделано в работе [1].

Миграция меди происходит в кислых растворах; в случае поверхностных вод, имеющих слабокислую среду за счёт растворённой уголекислоты – в окислительной обстановке, которая исключает присутствие сероводорода. Имобилизация происходит на сульфидном (сероводородном барьере), а при его отсутствии – на карбонатном, на котором происходит повышение pH (защелачивание) среды и превышает порог растворимости карбонатов меди.

Устойчивый сероводородный барьер наблюдается в застойной обстановке в присутствии большого количе-

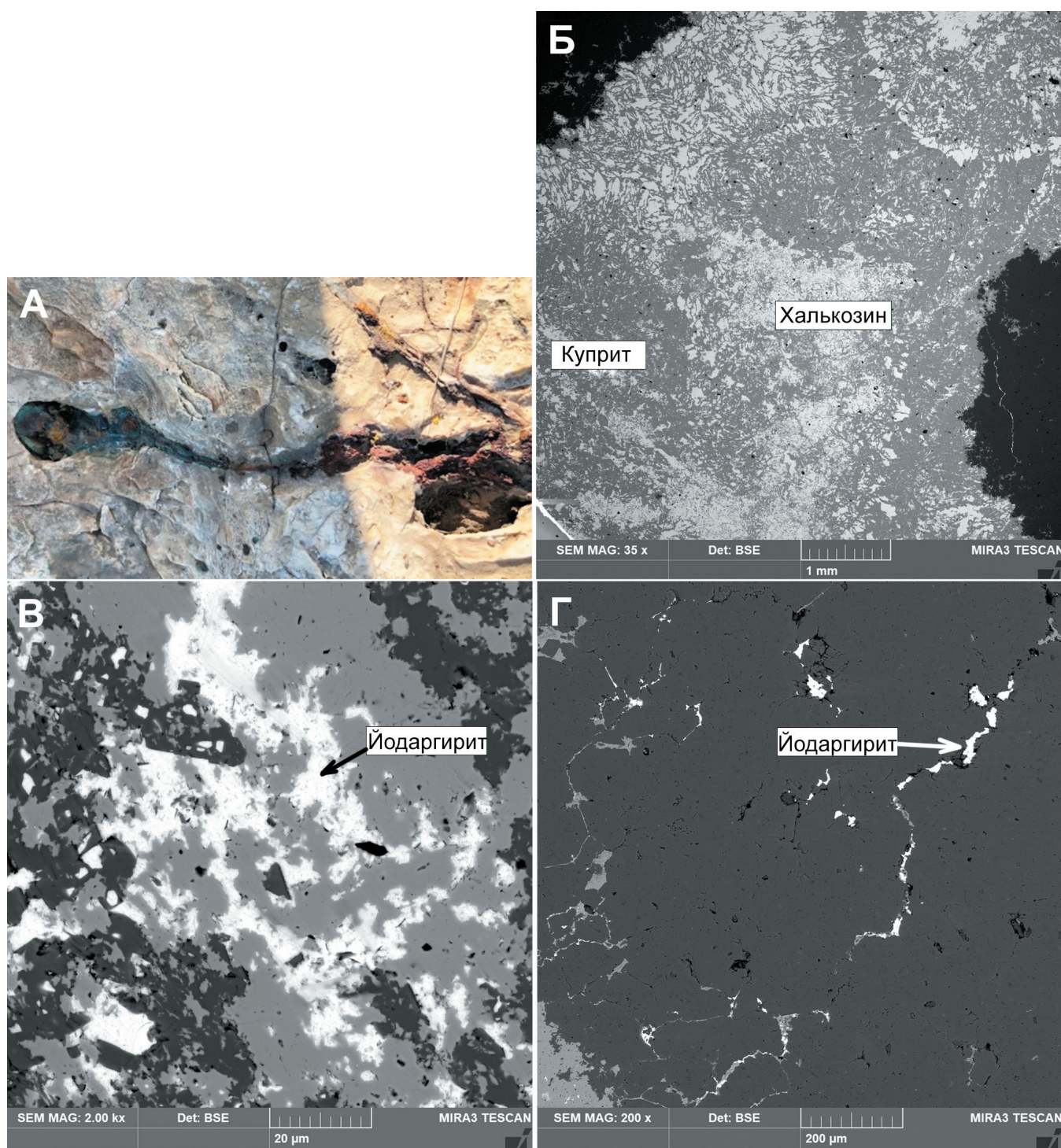


Рис. 1. Рудная минерализация на Михайлово-Овсянском проявлении: А – линза халькозина с малахит-азуритовой коркой; Б – структуры замещения халькозина купритом; В – зёрна йодаргирита в общей рудной массе; Г – йодаргирит, заполняющий межзёренное пространство.

ства органики и сульфатов, что и имело место в мелководной прибрежной обстановке среднепермского внутренне-морского бассейна с обилием лагун. Соответственно, главными первичными минералами меди при этом явились халькозин Cu_2S и ковеллин CuS [2]. Халькопирит CuFeS_2 , несмотря на обилие соединений железа, присутствует гораздо реже, т.к. для его образования требуются более жёсткие (температурные и др.) условия, не достигаемые при диагенезе илов.

При гипергенезе (смены обстановки на окислительную) сульфидные минералы меди претерпевают пре-

вращения, связанные с окислением серы в её растворимые (они же, соответственно, кислотные) формы. Медь при этом мобилизуется в кислой среде и подвергается перераспределению. Однако в присутствии достаточного количества карбонатного материала происходит преобразование, в т.ч. псевдоморфное, сульфидных минералов в оксидные (конкретно, ковеллина в куприт Cu_2O) на месте без растворения твёрдой фазы. Мобилизованная же медь, опять-таки попадая на карбонатный барьер, выделяется в виде основных карбонатов – малахита и азурита.

Именно такая картина распределения минералов меди – обильные выделения малахита, иногда с азури-том, линзы куприта, внутри последних с реликтами ко-веллина – наблюдается в Михайло-Овсянке. Кроме того [7], распространение малахитовой минерализации при примерно одинаковой трещиноватости известняков очень неоднородно, в бортах в нижней части толщи она отсутствует. Такие особенности минерализации предполагают её вторичный характер. При этом особенности литологии в целом не дают повода считать сульфиды образованными за счёт автохтонного органического вещества. Скорее, в отличие от медистых песчаников, при первичном накоплении меди здесь сыграли роль привнесённые сероводородные воды, обычные для казанских горизонтов района. Стоит отметить, что описываемой территории речные потоки с Урала достигали и в раннетриасовое время.

Характер Михайло-Овсянского проявления в настоящее время можно описать как состоящего из двух под-зон: в дне оврага – богатых окисленных руд с периодическим отложением малахита-азури-та из-за миграции грунтовых вод; линзы в бортах оврага относятся к под-зоне выщелоченных руд. Выщелачивание происходит под действием атмосферных осадков.

Что касается обнаруженной примесной серебряной минерализации, то таковая является обычной для мед-ных месторождений Вятско-Камской полосы, где, одна-ко, минеральные формы серебра не были установлены. Выявленное нами присутствие самостоятельных мине-ралов серебра именно в форме йодаргирита AgI вполне логично, т.к. в казанский век вместе с образованием осадочных карбонатных толщ произошло захоронение морской воды и, как следствие, йода. Последний спосо-бен выноситься из поровых вод и перераспределяться при горизонтальном водообмене. Кроме того, вполне вероятен вынос йода при вертикальном водообмене из глубоких горизонтов карбона и особенно девона, где его концентрации на большой территории значительно повышены, вплоть до промышленных.

Характерно, что йод практически не образует нерас-творимых соединений; лишь йодиды серебра и однова-лентной (т.е., восстановленной формы) меди являются исключением, имея крайне низкую растворимость. При этом кристаллохимически одновалентная медь широко распространена в составе минералов (халькозин, ку-

прит, халькопирит и др.), но, в отличие от серебра, нестабильна в растворе и, таким образом, способна играть роль в концентрировании йода из поровых вод, что облегчает возможность формирования из двух рассеянных сред собственной минеральной фазы серебра. Исходное поступление серебра идёт в следовых количествах попутно с медью.

Таким образом, на Михайло-Овсянском проявлении установлено вхождение в состав руд **халькозина** и йодаргирита и подтверждено предположение Н.Л. Небритова [8] о присутствии куприта в составе медной минерализации. Для точного же установления первичного источника меди данных пока недостаточно.

Список литературы

1. Гилетин А.М., Давлетшин К.А. Меденосность бассейнов среднего течения рек Зая, Мензели и Мелли. // Геология и геохимия: сб. науч. тр. нефтяного ф-та. – Куйбышев: Политехн. ин-т, 1974. – С. 163-171.
2. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:1 000 000. Третье поколение. Серия Центрально-Европейская. Лист N-39 – Казань–Самара. Объяснительная записка. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2021. – 467 с.
3. Диброва А.И. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Серия Средневолжская, Листы N-39-XXXII (Ивантеевка), N-39-XXXIII (Бол.Глушица). Объяснительная записка. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2001. – 90 с.
4. Лунев Б.С., Наумова О.Б., Болотов А.А. Медистые песчаники Пермского края – комплексное полезное ископаемое. // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. – 2011. – №11. – С. 43–47.
5. Матвеева Г.И., Колев Ю.И., Королёв И.А. Горно-металлургический комплекс бронзового века у с. Михайло-Овсянка на юге Самарской области (первые результаты и проблемы исследования). // Вопросы археологии Урала и Поволжья. Т. 2. – Самара, 2004. – С. 69-88.
6. Мороз В.П. Геологические памятники природы Самарской области и проблемы их охраны. // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2019. – Т. 28, №3. – С. 58-65.
7. Мороз В.П. К вопросу о медной минерализации Михайло-Овсянского проявления // Трёшниковские чтения – 2021: Современная географическая картина мира и технологии географического образования: мат-лы всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (8 апреля 2021, г. Ульяновск). – Ульяновск: УлГПУ, 2021. – С. 259-261.
8. Небритов Н.Л. Краткая история добычи и изучения меди Среднего Заволжья и Западного Приуралья. // Краеведческие записки. – Вып. XI. – Самара, 2003. – С. 127-139.а

Министерство просвещения РФ

Правительство Ульяновской области

Ульяновское областное отделение
Русского географического общества

Ульяновское региональное отделение
Общероссийской общественно-государственной
просветительской организации «Российское общество «Знание»

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный
педагогический университет имени И.Н. Ульянова»

Трешниковские чтения – 2025

**Современная географическая картина мира
и технологии географического образования**

Treshnikov readings – 2025

**Modern geographical global picture
and technology of geographic education**

Материалы

всероссийской научно-практической конференции,
посвящённой памяти знаменитого российского океанолога,
исследователя Арктики и Антарктики,
академика Алексея Фёдоровича Трёшникова
(9-10 апреля 2025)

Оргкомитет конференции

Почетный председатель: Чибилёв Александр Александрович – Вице-президент РГО, доктор географических наук, академик РАН.

Сопредседатели:

Русских Алексей Юрьевич – Губернатор Ульяновской области, Председатель Попечительского Совета УОО РГО;

Петрищев Игорь Олегович – ректор ФГБОУ ВО «УлГПУ имени И.Н. Ульянова», кандидат технических наук, доцент;

Травкин Дмитрий Викторович – Председатель УОО РГО, руководитель Управления Российского общества «Знание» в ПФО.

Члены оргкомитета:

Анисимова Е.Ю. – член Совета УОО РГО, заведующий кафедрой географии и экологии ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова», к.и.н., доцент;

Бакиров Р.Р. – проректор по административно-хозяйственной работе ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»;

Егоров И.И. – Помощник Губернатора Ульяновской области, Председатель Общественного координационного совета УОО РГО;

Идиатуллин А.К. – член УОО РГО, д.и.н., профессор кафедры географии и экологии ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»;

Касаткина Н.М. – руководитель проектного офиса ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова», к.б.н., доцент;

Панова Е.Е. – декан естественно-географического факультета ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова», к.п.н., доцент;

Папуша Е.Н. – проректор по воспитательной работе и молодёжной политике ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова», к.п.н., доцент;

Петрищева Н.Н. – директор филиала Ульяновского регионального отделения Российского общества «Знание», к.п.н., доцент;

Семенова Н.В. – Министр просвещения и воспитания Ульяновской области;

Тимошина И.Н. – член Совета УОО РГО, проректор по научной работе ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова», д.п.н., профессор;

Федоров В.Н. – член Ученого Совета УОО РГО, к.г.н., профессор кафедры географии и экологии ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова».

Программный комитет конференции

Председатель: Поздняков Шамиль Рауфович – доктор географических наук, директор Института исследований континентальных водных объектов РГТМУ, г. Санкт-Петербург

Члены программно комитета:

Ваганов Михаил Геннадьевич – учитель географии высшей категории АНОО «Президентский лицей «Сириус», лектор Российского общества «Знание», г. Сочи;

Зяц Дмитрий Викторович – кандидат географических наук, доцент кафедры географии мирового хозяйства ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», г. Москва;

Левыкин Сергей Вячеславович – доктор географических наук, профессор РАН, заведующий отделом степеведения и приро- допользования Института степи Уральского отделения РАН, г. Оренбург;

Лобжанидзе Александр Александрович – доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой экономической и социальной географии ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет», член Ученого Совета ВОО РГО, г. Москва;

Новиков Игорь Витальевич – кандидат геолого-минералогических наук, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник ФГБУН «Палеонтологический институт им. А.А. Борисака РАН», г. Москва;

Токранов Алексей Михайлович – доктор биологических наук, главный научный сотрудник, руководитель лаборатории гидробиологии ФГБУН «Камчатский филиал Тихоокеанского института географии Дальневосточного отделения РАН», г. Петропавловск-Камчатский;

Чернов Алексей Владимирович – доктор географических наук, профессор ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет», ведущий научный сотрудник НИЛ эрозии почв и русловых процессов ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», г. Москва.

Редакционная коллегия

Анисимова Елена Юрьевна – заведующий кафедрой географии и экологии ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова», к.и.н., доцент;

Егоренкова Екатерина Николаевна – к.б.н., доцент кафедры географии и экологии ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»;

Зотов Олег Геннадьевич – к.б.н., доцент кафедры географии и экологии ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»;

Идиатуллин Азат Корбангалиевич – д.и.н., профессор кафедры географии и экологии ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»;

Казакова Наталья Анатольевна – к.б.н., доцент кафедры географии и экологии ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»;

Летярина Наталья Юрьевна – старший преподаватель кафедры географии и экологии ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»;

Онищенко Наталья Сергеевна – к.б.н., доцент кафедры географии и экологии ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»;

Тимошина Ирина Назимовна – проректор по научной работе ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова», д.п.н., профессор

Рецензенты

Перфильева Наталья Петровна – д.б.н., профессор кафедры биологии человека и основ медицинских знаний ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»;

Слесарев Сергей Михайлович – д.б.н., профессор, заведующий кафедрой биологии, экологии и природопользования ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет».

Статьи публикуются в авторской редакции

Т 66 Трешниковские чтения – 2025: Современная географическая картина мира и технологии географического образования: мат.-лы. всерос. науч. – практ. конф. (9-10 апреля 2025, г. Ульяновск) / под. ред. Е.Ю. Анисимовой, А.К. Идиатуллова и др. – Ульяновск: ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова», 2025. – 230 с.

ISBN 978-5-907216-56-3

В сборнике представлены оригинальные доклады авторов по основным направлениям конференции: Физическая география в современном мире: проблемы и перспективы, Социально-экономическое развитие территорий и гуманитарная география, Геоэкологические проблемы ландшафтов, Современные геолого-палеонтологические исследования, Геоэкологические исследования водных объектов и охрана их биоразнообразия, Непрерывное географическое образование.

УДК 55:372.8
ББК 26+74.262.6