



Научно-практическая конференция,
посвященная 175-летию
академика А.П. Карпинского

Геология. Возрождение легенды

СБОРНИК
НАУЧНЫХ ТРУДОВ



17-18 ноября 2021 г.
ВСЕГЕИ, Санкт-Петербург



Федеральное агентство
по недрользованию



Всероссийский научно-исследовательский
геологический институт



Комитет по науке и
высшей школе

КОМИТЕТ ПО НАУКЕ И ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ИМ. А. П. КАРПИНСКОГО

ГЕОЛОГИЯ. ВОЗРОЖДЕНИЕ ЛЕГЕНДЫ

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Научно-практическая конференция,
посвященная 175-летию академика А. П. Карпинского

17–18 ноября 2021 г.



Санкт-Петербург
2021

УДК 550.8:528+56+553.078(091)

Издано по заказу Комитета по науке и высшей школе

Работа представлена в авторской редакции

Геология. Возрождение легенды. Сборник научных трудов. Научно-практическая конференция, посвященная 175-летию академика А. П. Карпинского (17–18 ноября 2021 г., Санкт-Петербург). – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2021. – 96 с.

УДК 550.8:528+56+553.078(091)

ISBN 978-5-00193-124-9

© Комитет по науке и высшей школе, 2021
© Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского, 2021

ТЕХНОГЕННЫЕ ОТХОДЫ АЛМАЛЫКСКОГО ГОРНОПРОМЫШЛЕННОГО РАЙОНА В УСЛОВИЯХ ГИПЕРГЕНЕЗА (УЗБЕКИСТАН)

Н. Э. Шукуров¹, А. Х. Туресебеков¹, Ш. Р. Шукуров¹, О. Ш. Кодиров²

¹ *Институт геологии и геофизики им. Х. М. Абдуллаева Госкомгеологии РУз, Ташкент, Узбекистан*

² *Университет геологических наук, Ташкент, Узбекистан*

Добыча и первичная переработка минерального сырья сопряжены с деградацией и частичной потерей земельных ресурсов, возникновением ряда природоохранных проблем и ухудшением качества среды обитания в этих районах. Вывод на дневную поверхность больших масс дезинтегрированных горных пород с высоким содержанием сульфидов, преимущественно в форме пирита и марказита, их дальнейшее преобразование приводит к существенной перестройке геохимических обстановок в сопряженных с отвалами ландшафтах в горнорудных районах. При разработке рудных месторождений открытым и закрытым способами на дневной поверхности остаются огромные горные выработки – расчистки, карьеры и штольни, а также отвалы вмещающих пород. После обработки руды и извлечения рудного концентрата остатки руды с содержанием металлов ниже промышленного выносятся на хвостохранилищах шламовыми водами, содержащими химические реагенты, и там складываются. Техногенные массивы вскрышных горных пород, склады некондиционных руд, хвосты обогатительных фабрик попадают в сферу действия эрозионных, минералого-геохимических и других природных процессов. Окисление сульфидов приводит к появлению многочисленных сульфатов: халькантита, гипса, галотрихита, мелантерита, сидеротила, алуногена и др., в состав которых входят Cu, Fe, Mg, Al, Ca, S.

Воздействие гипергенных процессов на техногенные массивы, ставшие неотъемлемыми компонентами природного ландшафта, привело к формированию техногенных ландшафтов, характеризующихся спецификой миграции и концентрирования химических элементов и их соединений. В этих условиях концентрирование подвижных элементов происходит на различные природы геохимических барьерах, в том числе и техногенных. Происходит интенсивное современное минералообразование, в определенной мере играющее роль самоочищения высокоминерализованных водотоков, дренирующих техногенных массивов. В этой связи важной областью исследований становится не только геохимия, но и минералогия ландшафтов. Полученные новые данные о процессах, происходящих в техногенных массивах, свидетельствуют об их минералого-гео-

химических и биогеохимических преобразованиях. Эти процессы тесно связаны с воздействием на техногенных массивах кислорода, углекислого газа, аэрозолей, метеорных, поверхностных, подземных вод и других активных атмосферных осадков и газов в растворенном и свободном состоянии. Жизнедеятельность бактерий и микроорганизмов в этих массивах тоже играет немаловажную роль в процессах преобразования, включая растворение, окисление, химическое и биохимическое разложение пород, почв и минералов, их искусственных аналогов с образованием растворимых и нерастворимых токсичных продуктов. В ходе этих процессов осуществляется перераспределение вещества между твердыми, жидкими и газовыми фазами. Токсичные и вредные элементы переходят в легкоподвижные формы и переносятся на значительные расстояния, образуя ореолы загрязнения окружающей среды как на локальном уровне, так и на более высоких уровнях вследствие потоков рассеяния токсичных элементов.

Воздействие горнорудных предприятий на окружающую среду во многом определяется характером их производственной деятельности. При функционировании любого горнорудного предприятия проявляются в основном три направления воздействия на окружающую среду (включая почвенный покров): разрушение ландшафта (почва, растительность, фауна, рельеф); занятие отходами производства прилегающих, ненарушенных ландшафтов; рассеяние сырья и отходов производства по пути их транспортировки. Развитие горнорудной промышленности ведет к сведению растительного покрова, оказывает влияние на миграцию животных, изменяет гидрологический режим территории.

Открытая разработка рудных месторождений приводит к нарушению структуры ландшафтов. Она сводится к тому, что резко изменяется рельеф, разрушается почвенный слой, прекращается жизнедеятельность растений и животных, образуются огромные котлованы. В зависимости от режима подземных и поверхностных вод они заполняются водой с образованием техногенных озер и заболачивают местность, либо осушаются с нарушением гидрогеологического режима. В образовавшемся карьере резко интенсифици-

руются процессы окисления сульфидов и гидратации алюмосиликатов. Это приводит к образованию сернокислых вод с выносом на ландшафт токсичных металлов и загрязнением почв. Происходит усиление процессов окисления сульфидов меди, свинца, цинка, серебра и вынос их на ландшафт и концентрирование на геохимических барьерах.

Многовековой опыт добычи и переработки руд свидетельствует о том, что не более 10 % извлекаемого из недр минерального сырья доходит до готовой продукции. А в большинстве случаев и того менее. При среднем содержании золота в руде 10 г/т (или 0,001 %) в отвальные хвосты и отходы металлургического передела уходит более 99,9 % добытой горной массы. С учетом того, что в настоящее время пригодными для промышленного освоения считаются руды золота с содержанием 2–3 г/т, объемы перерабатываемой горной массыкратно увеличивается. Вместе с хвостами обогащения и отходами металлургического передела в отвал уходит огромное количество самых различных химических элементов. Например, в отходах горно-добывающих предприятий АГМК находятся значительные концентрации меди, золота, серебра, молибдена, свинца, цинка, мышьяка, серы и других полезных компонентов. По состоянию на 01.01.2019 на хвостохранилище № 1 (СХХ) числится 546,2 млн т хвостов обогащения, в них меди 610,5 тыс. т с содержанием 0,112 %, золота 114,0 т с содержанием 0,21 г/т и серебра 577,8 т с содержанием 1,06 г/т. По состоянию на 01.01.2019 на хвостохранилище № 2 (ОХХ) числится 775,3 млн т хвостов обогащения, в них меди 801,6 тыс. т с содержанием 0,103 %, золота 156,5 т с содержанием 0,20 г/т и серебра 800,9 т с содержанием 1,03 г/т.

Хвостохранилища № 1, 2 в настоящее время находятся в эксплуатации и являются действующими, срок эксплуатации СХХ рассчитан до 2025 г. На хвостохранилище № 1 ежегодно складывается 6,7 млн т., а хвостохранилище № 2 – 27,8 млн т. хвостов обогащения. Минералогический состав текущих отвальных хвостов МОФ: 1) нерудные минералы (94,2 %), находящиеся в основном в свободном состоянии (97 отн. %), редко в сростках с халькопиритом, пиритом,

окислами и гидроокислами железа; размер зерен 0,0165–0,8 мм; 2) халькопирит (0,6), представленный угловатыми, реже изометричными зернами в свободном состоянии (38 отн. %, размером 0,01–0,06 мм); 3) пирит (2,3 %), представлен в основном свободными от сростков (95 отн. %) зернами изометричной и угловатой формы размером 0,0165–0,65 мм, реже образующими сростки с нерудными минералами (3,4 отн. %), с халькопиритом (1,6 отн. %), в единичных зернах отмечены изометричные включения борнита; 4) агрегаты магнетит-гематитового состава и гидроокислов железа – 3 %; 5) единичные зерна борнита в пирите размером 0,015 мм; 6) железной стружки – ед. знаки; 7) ярозита – 0,5 % $KFe_3+3[SO_4][OH]_6$ – присутствует в зоне с окислами сульфидов.

Забалансовые сульфидные руды рудника Кальмакыр (отвалы А-7 и А-8) расположены в 2–4,5 км от медной обогатительной фабрики – 2 (МОФ-2). На отвалах А-7 и А-8 числится 74,5 млн т забалансовой руды, в ней меди 171 тыс. т с содержанием 0,23 %, золота 31,6 т с содержанием 0,424 г/т и серебра 132,2 т с содержанием 1,77 г/т. Главными рудными минералами забалансовых руд месторождения Кальмакыр являются пирит (3,6 абс. %), магнетит (2,1 абс. %), гематит (0,3 абс. %), халькопирит (0,4 абс. %). В виде единичных зерен встречены сфалерит, галенит, молибденит, минералы группы блеклых руд. Главными породообразующими минералами являются серицит (мусковит) – 41,2 абс. %, кварц (30 абс. %), минералы группы карбонатов (7,1 абс. %), хлорит (8,2 абс. %), плагиоклаз (4 абс. %), в меньшей степени распространены биотит и роговая обманка, составляющие 1,2 абс. % и 0,5 абс. % соответственно. К числу аксессуарных минералов относится эпидот, который встречен в виде единичных зерен. В декабре 2016 года реализован проект «Вовлечение в отработку забалансовых отвальных руд месторождения Кальмакыр с переработкой 4 млн т руды в год. Прогнозные показатели по извлечению меди в медный концентрат 60 %, золота 60 %, серебра 40 %. В настоящее время комплекс остановлен из-за недостижения прогнозных показателей.

Таблица 1

Содержание меди, золота и серебра в хвостах обогащения

Наименование	Кол-во, млн т	Медь		Золото		Серебро	
		%	тыс. т	г/т	т	г/т	т
Хвостохранилище № 1	546,2	0,112	610,5	0,210	114,0	1,06	577,8
Хвостохранилище № 2	775,3	0,104	801,6	0,200	156,5	1,03	800,9
Всего:	1321,5	0,107	1412,1	0,205	270,5	1,04	1378,7

Забалансовые окисленные руды месторождения Кальмакыр (отвалы № 39, 9, 10, 8а, А-4) с общим количеством руды 63,8 млн т, в ней меди 209,0 тыс. т с содержанием 0,328 %, золота 31,1 т с содержанием 0,488 г/т и серебра 144,5 т с содержанием 2,27 г/т. Отвалы забалансовых окисленных руд разбросаны друг от друга на расстоянии от 2 до 20 км.

Наиболее распространенные минералы в окисленных рудах: малахит, гетит, гидрогетит, гематит, хризоколла и халькозин. Среди окисленных руд выделяются руды, которые трудно обогащаются прямой флотацией. Эта разновидность получила название «упорных» руд. Эти руды имеют

Таблица 2

Окисленные отвалы месторождения Кальмакыр

Наименование	Ед. изм.	Состояние на 01.01.2018	Среднее содержание	
Отвал № 39				
руда	тыс. т	1413,0		
медь	тыс. т	12,0	0,849	%
золото	кг	1790,0	1,267	г/т
серебро	т	6,0	4,246	г/т
Отвал № 9				
руда	тыс. т	3806,1		
медь	тыс. т	27,4	0,720	%
золото	кг	4247,0	1,116	г/т
серебро	т	13,8	3,626	г/т
Отвал № 10				
руда	тыс. т	20717,9		
медь	тыс. т	76,7	0,370	%
золото	кг	10349,6	0,500	г/т
серебро	т	43,5	2,100	г/т
Отвал № 8а				
руда	тыс. т	31941		
медь	тыс. т	72,2	0,226	%
золото	кг	11906,8	0,373	г/т
серебро	т	72,0	2,254	г/т
Отвал № А-4				
руда	тыс. т	5898,0		
медь	тыс. т	20,7	0,351	%
золото	кг	2830,0	0,480	г/т
серебро	т	9,2	1,560	г/т
Всего				
руда	тыс. т	63776,1		
медь	тыс. т	209,0	0,328	%
золото	кг	31123,4	0,488	г/т
серебро	т	144,5	2,266	г/т

широкое распространение в участках интенсивно серицитизированных пород и в местах глубокого развития процессов окисления. При этом значительная часть меди приобретает малоподвижную форму (связанной) трудно извлекаемой при обогащении и химическом анализе. Минералогический состав выщелоченных руд аналогичен окисленным. Они различаются количественными соотношениями минералов и их характером распределения. В выщелоченных породах преобладают гидроокислы железа и гематит. Пирит редок. Медные минералы встречаются спорадически и в значительно меньших количествах по сравнению с минералами железа. Техногенное месторождение отвальных шлаков металлургического производства медеплавильного завода находится на расстоянии 3,7 км от г. Алмалык.

Шлакоотвал действующий. Начало формирования объекта – 1964 год. В него складировались шлаки, образующиеся на медеплавильном заводе при переработке медных концентратов. Минеральной основой медеплавильных шлаков являются – фаялит 2FeOSiO_2 и стекло, второстепенные соединения представлены цинксодер-

Таблица 3

Минеральный состав шлаков шлакоотвального поля АГМК

Классы	Минерал	Содержание, %
Силикаты	Стекло $(\text{SiAl})_2\text{O}_4$ Фаялит $\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]$ Форстерит $\text{Mg}[\text{SiO}_4]$	55
Самородные	Серебро Ag Медь Cu	ед. зерна 0,2
Оксиды железа	FeO Гематит Fe_2O_3 Магнетит Fe_3O_4 (Ni, Fe, Co)O	45
Оксиды меди	$\text{Cu}(\text{Fe},\text{Ni})_2\text{O}_4$ (Cu,Co,Ni, Fe_2O_4) Куприт Cu_2O	0,3
Сульфиды	Пирит FeS_2 Троилит FeS Гапенит PbS Fe – сфалерит ZnFeS_2	0,2
Сульфиды меди	Халькозин Cu_2S Халькопирит CuFeS_2 Фаза 1 $\text{Cu}_4\text{Fe}_5\text{S}_8$ Фаза 2 $\text{Cu}_2\text{Fe}_4\text{Si}_2$ Фаза 4 Cu_4FeS_4 Фаза 5 Cu_3FeS_2 Фаза 6 $\text{Cu}_3\text{Fe}_7\text{S}_2$	3,7

жащим магнетитом, гематитом, сульфидами (пирит, пирротин, троилит, сфалерит, галенит), оксидами меди (куприт и тенорит), сульфидами меди и железа, и самородной медью. При переработке шлаков извлечение меди в концентрат составляет 68–69 %, золота 49–50 %, серебра 53–54 %.

Формирование техногенных ландшафтов не заканчивается переотложением извлеченных из недр горных пород и руд. Последние проходят переработку, включающую их обогащение, извлечение полезных компонентов и складирование в хвостохранилищах отходов обогащения. Часть руд вследствие различных причин (упорность, бедность, экономическая нерентабельность в тот или иной момент деятельности предприятия и др.) остается лежать складированной под открытым небом и доступной всем факторам гипергенеза. Весь цикл собственно *техногенеза* на этом заканчивается и приводит к созданию техногенных массивов. Но вследствие воздействия различных природных факторов, к которым относятся собственно геологические (различные виды эрозии, размыв, развеивание, воздействие атмосферных осадков, включающих кислотные дожди, содержащие оксиды серы и азота, инфильтрация), минералого-геохимические (окисление, гидратация, водная миграция ионных и коллоидных растворов, образование гипергенных минералов на геохимических барьерах и др.), биогеохимические (воздействие корневых систем растений, колоний микробных и грибковых сообществ и др.), происходит медленное, но существенное преобразование техногенных массивов.

Важность и актуальность исследований в области минералогии и геохимии ландшафтов в исторических горнорудных районах с целью познания минералого-геохимических процессов в техногенных массивах, занимающих большие площади плодородных земель и являющихся источниками экологической опасности для водных и терригенных эко- и геосистем, несомненна и будет возрастать по мере освоения недр. Проблемам особенностей миграции химических элементов в зоне гипергенеза посвящены работы А. Е. Ферсмана, Л. В. Таусона, В. К. Лукашева, М. А. Глазовской, А. И. Перельмана, В. А. Алексеенко и др. Выявлено, что миграция вещества в условиях техногенеза происходит в тех же основных формах, что и в природных ландшафтах. В техносфере горнопромышленных комплексов она осуществляется по схеме: извлечение из недр → переработка в промышленных технологических цепочках → образование водоемов-хвостохранилищ → минералого-геохимические преобразования отвальных хвостов с осаждением илов и миграцией химических элементов в водных растворах → осаждение их на геохимических барьерах (в частности перемычках и дамбах) → выход на

ландшафт и участие в биологическом круговороте. При этом образуются локальные техногенные аномалии, нередко представляющие собою новые техногенные рудные тела. Кроме того, в условиях воздействия сухих ветров происходит ветровая эрозия обезвоженных хвостохранилищ и миграция вещества в форме пыли. К числу природных и антропогенных факторов и агентов миграции и концентрирования, содержащихся в техногенной массе перемещенных и неперемещенных масс рудных и рудоносных горных пород, относятся физические, физико-химические, химические и бактериологические. Принцип их действия таков же, что и в природных процессах. Но скорость и интенсивность их действия больше в силу того, что в отвалах горная масса измельчена и характеризуется несравненно большими поверхностями соприкосновения с химическими и биогенными агентами. Кроме того, в условиях техногенеза интенсивно протекают механохимические процессы, еще совсем плохо изученные для природных систем.

На распространенность тех или иных вредных веществ, входящих в состав техногенных массивов в твердом и (или) жидком состоянии, влияют следующие факторы: 1) свойства этих веществ (твердость, спайность, отдельность, растворимость, окисляемость их минералов-носителей), 2) литолого-петрографический состав и механические свойства подстилающих горных пород, 3) локализация техногенного массива по отношению к грунтовым водам, 4) свойства грунтовых вод и направление их движения, определяющее потоки вредных веществ, загрязняющих ландшафт, 5) формы и механизмы миграции токсикантов и токсикогенов, 6) восполнение и трансформация грунтовых и фильтрационных вод, 7) нахождение разрабатываемых месторождений в определенных природно-климатических зонах. В результате различной миграционной способности различных химических элементов образуются зональные геотехногенные ореолы их рассеяния. В конкретных ландшафтно-геохимических системах возникают различные сочетания природных и техногенных ореолов рассеяния. При анализе геохимических данных надо иметь в виду, что в пределах расположения обогатительных фабрик и их хвостохранилищ, а также поселков горняков, находятся природные геохимические аномалии тех же химических элементов, которые входят в состав добываемых руд. В этой связи весьма важным является знание поведения токсичных элементов в системах: горная порода → кора выветривания → почва → растения. Важным фактором является количество осадков и формы их выпадения в зависимости от погодно-климатических условий. Существенное влияние на способы переработки и извлечения золота из техногенных

массивов оказывает степень окисленности природных и техногенных руд, содержащих существенные концентрации сульфидов. Интенсивно развиваются сульфаты, в частности такие как сидерит, халькантит, госларит, пентаводный сульфат меди и железа, компоненты которых (медь, цинк и железо) легко мигрируют из техногенных массивов на ландшафт. Извлечение золота из этих руд кучным выщелачиванием цианистым натрием сопряжено с большими трудностями, так как сульфаты разрушают его. При этом миграция сидеро- и халькофилов на ландшафт из продуктов переработки руд сохраняется.

- Ферсман А. Е.* Геохимические проблемы Союза. – Л., 1931.
- Глазовская М. А.* Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. – М.: Высшая школа, 1988.
- Таусон Л. В.* Современные проблемы геохимии техногенеза // Геохимия техногенных процессов. – М.: Наука, 1990. – С. 3–13.
- Алексеев В. А.* Эколого-геохимические изменения в биосфере. Развитие, оценка. – М.: Логос, 2006. – 518 с.
- Лукашев В. К.* Геологические аспекты охраны окружающей среды / АН БССР, Ин-т геохимии и геофизики – Минск: Наука и техника, 1987. – 335 с.
- Перельман А. И., Касимов Н. С.* Геохимия ландшафтов: Учебное пособие. Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Астрель-2000, 1999 – 786 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Академик А. П. Карпинский – директор Геолкома (1885–1903). Российская научная школа геологической картографии. <i>О. В. Петров</i>	3
А. П. Карпинский – президент Российской академии наук (к 175-летию со дня рождения). <i>В. С. Соболев</i>	23
Международные геологические конгрессы. <i>Л. Р. Колбанцев</i>	30
Участие российских ученых Геолкома и ВСЕГЕИ в работе комиссий ЮНЕСКО и IUGS. <i>И. И. Поспелов, О. В. Петров, А. И. Ханчук</i>	35
Первая геологическая карта Европейской России. <i>Л. Р. Колбанцев</i>	39
От первых палеогеографических и литофациальных карт (Карпинский, 1887; 1894) к современным палеогеографическим реконструкциям. <i>Т. Т. Толмачева, Е. Г. Раевская, О. Л. Коссовая, Д. И. Леонтьев</i>	43
Геологическое строение и развитие урала – идеи А. П. Карпинского и современные представления. <i>Т. Н. Сурин, В. А. Медведев</i>	47
Палеонтологические открытия А. П. Карпинского в экспозиции Центрального научно-исследовательского геологоразведочного музея имени академика Н. Ф. Чернышева (ЦНИГР музей)». <i>А. Р. Соколов</i>	51
Вклад академика А. П. Карпинского в освоение ресурсного потенциала приполярных территорий страны в первой трети XX века. <i>А. А. Бровина, Л. П. Роцевская, М. П. Роцевский</i>	54
Роль Геологического комитета в изучении территории Европейского Северо-Востока России в конце XIX – начале XX вв. <i>Т. П. Филиппова</i>	59
Прирастание сибирью. <i>В. А. Домаренко</i>	64
Алдано-Вилуйская золотоносная провинция: новая рудно-россыпная золотоносная территория востока России. <i>А. В. Молчанов, В. В. Шатов, Г. А. Козлов, В. Е. Гузев, И. О. Лебедев, Е. И. Хорохорина, Д. С. Ашихмин, Д. С. Артемьев, Г. Б. Лебедева, О. Л. Соловьев, Д. Ю. Титов</i>	69
Три поколения Государственного геологического картографирования масштаба 1 : 1 000 000 – ядро системного изучения геологии территории и континентального шельфа России. Мониторинг Госеолкарты-1000/3 – концепция картографирования «четвертого поколения». <i>Т. Н. Зубова, О. В. Петров, М. А. Шишкин, В. В. Снежко, И. В. Вербицкий</i>	71
Использование современных лабораторно-аналитических и геофизических методов для повышения общегеологической и прогнозно-поисковой эффективности при создании Госгеолкарты-1000/3 (на примерах по северо-востоку России). <i>В. И. Шпикерман</i>	73
«ГИС-Атлас недр России» – крупнейший геолого-картографический ресурс по территории России. <i>О. В. Петров, В. В. Снежко, Т. Н. Зубова, И. А. Маслакова</i>	77

О роли современных геолого-геофизических и дистанционных методов и технологий (гиперспектральных и радиолокационных) в геологическом картографировании. Состояние и перспективы развития. <i>А. И. Атаков, А. А. Кирсанов</i>	79
Современное информационно-технологическое обеспечение государственного геологического картографирования. <i>М. А. Шишкин, Т. Н. Зубова, О. В. Петров</i>	82
Техногенные отходы Алмалыкского горнопромышленного района в условиях гипергенеза (Узбекистан). <i>Н. Э. Шукуров, А. Х. Турсебеков, Ш. Р. Шукуров, О. Ш. Кодиров</i>	86
Календарно-сетевое планирование в геологоразведке. Перспективы использования при региональных работах. <i>В. В. Сонин, К. П. Рязанов</i> ..	91

ГЕОЛОГИЯ. ВОЗРОЖДЕНИЕ ЛЕГЕНДЫ

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Научно-практическая конференция,
посвященная 175-летию академика А. П. Карпинского
(17–18 ноября 2021 г.)

Редактор и корректор *Л. В. Набиева*
Техническое редактирование и верстка *О. Е. Степушко*

Подписано в печать 12.11.2021.
Формат 60×90/8. Бумага офсетная.
Печ. л. 12. Уч.-изд. л. 12.
Тираж 200 экз. Заказ 52130000

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический институт
им. А. П. Карпинского» (ВСЕГЕИ)
199106, Санкт-Петербург, Средний пр., д. 74.
Тел. 328-90-90 (доб. 24-24, 23-23). E-mail: izdatel@vsegei.ru

Отпечатано на Картографической фабрике ВСЕГЕИ
199178, Санкт-Петербург, Средний пр., 72, Тел. 328-81-53

ISBN 978-5-00193-124-9



9 785001 931249 >