

Издается с 1912 года
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№8 2023 г.
ISSN 0032-874X

ПРИРОДА

30 лет
Российской Академии
Наук



ВРЕДНЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

и Охотское море —
польза сомнений

с. 3

ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

в озере
Эльтон

с. 17

ОМУЛЕВСКОЕ СРЕДНЕГОРЬЕ —

рефугиум кальцефильной
флоры на северо-востоке Азии

с. 27

В НОМЕРЕ:

НАУКА И ОБЩЕСТВО

- 3** Д. И. Берман
Вредные полезные ископаемые и Охотское море – польза сомнений
Разработка в бассейне Охотского моря коренных месторождений золота, меди, а также нефти сопряжена с риском потери его биологического потенциала. При этом в 2022 г. 73% добычи рыбы и морепродуктов в нашей стране обеспечил Дальний Восток, из них 47% – Охотское море. Сомнения в экологических следствиях любого проекта, затрагивающего Охотское море, должны трактоваться в пользу акватории.

ИССЛЕДОВАНИЯ, ОБЗОРЫ

- 17** И. А. Немировская, Т. А. Канапацкий, Е. Б. Чернявский
Органические соединения в озере Эльтон
Для оз. Эльтон характерны высокие концентрации не только минеральных солей, но и органических соединений. Это обусловлено геологическими условиями котловины озера – нефтегазоносной Эльтонской солянокупольной структуры.

ВЕСТИ ИЗ ЭКСПЕДИЦИЙ

- 27** Е. В. Хаменкова, М. Г. Хорева
Омулевское среднегорье – рефугиум кальцефильной флоры на северо-востоке Азии
На северо-востоке Азии кальцефильные растения довольно редки, но только не в Омулевском среднегорье, значительная часть которого входит в национальный парк «Черский» имени А. В. Андреева. В результате недавней экспедиции найдено более 20 кальцефилов, которые редки в Магаданской обл., а в среднегорье многочисленны на террасах рек.

НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

- 38** Р. К. Расцветаева
А почему он такой зеленый?
Открытие слюдянкаита – нового минерала группы содалита
- 41** В. Н. Комаров, Т. И. Верба, Ю. А. Вайтиева
Спирифериды *Licharewia rugulata* и эпибиоз

ЛЕКТОРИЙ

- 48** Е. В. Александров
Первооткрыватели Мамонтова архипелага
Новосибирские острова – один из самых труднодоступных и плохо изученных архипелагов Северного Ледовитого океана. Их часто называют «Мамонтовыми», хотя суровый климат препятствует сезонному промыслу мамонтовой кости. Их береговой линии свойственно быстро меняться, а давно открытые острова могут исчезать и вновь появляться на старом месте. Непростому этапу открытия и освоения островов архипелага посвящена эта статья.

ВРЕМЕНА И ЛЮДИ

- 59** П. М. Полян
Россия и ее грязеверсты: взгляд из кибитки антропогеографа
Этюд В. П. Семенова-Тян-Шанского «О “грязеверстах” в России и способах их устранения»

НОВЫЕ КНИГИ

71

Вредные полезные ископаемые и Охотское море – польза сомнений

Д. И. Берман

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН (Магадан, Россия)

Рассмотрены возможные экологические следствия эксплуатации коренных месторождений золота и меди в бассейнах рек Охотского моря (Магаданская обл.). Добыча и переработка их руд сопряжена с использованием крайне агрессивных химикатов и большими объемами ядовитых отходов. Даже при применении современных щадящих технологий, горняки не смогут гарантированно исключить залповые сбросы. Во-первых, из-за высокой сейсмической опасности территории (известны землетрясения с магнитудой в 6–7). Во-вторых, из-за вечной мерзлоты, которой сплошь подстилается территория региона (темпы ее таяния в отсутствии прогноза глобального потепления корректно оценить невозможно). Двойной риск не может быть оправдан, поскольку при форс-мажорных обстоятельствах ядовитые отходы попадут в Охотское море. Между тем, в 2022 г. 73% добычи рыбы и морепродуктов в нашей стране обеспечил Дальний Восток, из них 47% – Охотское море. Сомнения, касающиеся экологических последствий любого проекта, затрагивающего экологию Охотского моря, должны трактоваться исключительно в пользу моря.

Ключевые слова: Охотское море, месторождения золота и меди, золотодобыча, переработка медных руд, отходы, экологические последствия.

Тауйская губа,
вид от пос. Ньюля на п-ов Кони.
Фото Д. И. Бермана



Магадан, как и весь громадный регион к северу от него, именуемый в народе «Колымой», у жителя центральных районов страны, особенно немолодого, ассоциируется, прежде всего, с холодом, Гулагом, с каторгой на золотых приисках — словом, с чем-то зловещим и уж никак не манящим. Я многое знаю о былом, но, приехав сюда более 50 лет назад, привязался душой и телом к «территории»¹, став колымчанином. Способствовал тому и научный интерес к неповторимой здешней природе.

Как всякому равнодушному местному жителю, мне грустно смотреть на все еще сохраняющееся варварское отношение горняков к доверенной им земле, наследующее гулаговские традиции вседозволенности — «было бы золото!». К счастью, подобное отношение все-таки постепенно уходит в прошлое: и власти, и промышленники стараются следовать духу времени в заботе об обстановке, в которой мы живем и в которой нам предстоит жить далее.

Однако тенденции меняются не только в предсказуемо благоприятную сторону. В центре внимания неожиданно оказывалось не только золото с хорошо знакомыми картинами и скрытыми следствиями его добычи, но и новые для региона ископаемые со шлейфом не всегда понятных экологических угроз. Таковы перспективы добычи нефти на шельфе Охотского моря, разработки угля недалеко от Магадана и на берегу моря близ бухты Мелководная.

¹ Подразумевается знаменитый роман О. М. Куваева «Территория».



Даниил Иосифович Берман, доктор биологических наук, главный научный сотрудник лаборатории биоценологии Института биологических проблем Севера ДВО РАН. Лауреат премии Президиума РАН имени академика В. Н. Сукачева (2022). Область научных интересов — физиология северных организмов и их адаптация к экстремальным условиям, а также палеоэкология насекомых Берингии.
e-mail: dber@yandex.ru

Страсти о меди

Разговоры о нефти и угле в регионе притихли, теперь в эпицентре — медь, будоражащая мировые рынки. Обсуждаются в основном перспективы разработки месторождения недалеко от Магадана (р. Халанчига, правый приток р. Яма); упоминаются также медные руды на правом берегу Колымы у границы Магаданской обл. с Якутией у пос. Ороек².

Медь занимает второе после алюминия место в списке наиболее актуальных металлов для мировой экономики. И потребность в ней растет стремительно, что связано в значительной мере с гонкой производства электромобилей. Совсем скоро, к концу текущего десятилетия, эта отрасль потребует уже не 13% (как сейчас), а почти 40% от мирового производства меди. Отсюда экологические

² См.: Грищенко А. Есть ли медь на Колыме, что не так с поисковыми лицензиями и чего ждать от «вольного приноса» (<https://magadan.bezformata.com/listnews/med-na-kolime-chnone-tak/116102990>).



Карта прилежащих к Магадану территорий. Штриховкой показаны участки заповедника «Магаданский», цифрами обозначены месторождения угля на р. Ланковая (1), у бухты Мелководная (2) и меди в бассейне р. Халанчига (3).

сложности при добыче сырья и, главное, при его переработке. Она сопряжена с большими объемами крайне ядовитых отходов, несовместимых с жизнью природы и человека.

Медь стали использовать раньше железа: за каменным следует важнейший век, названный медным (а уж за ним более известный век бронзы). Именно с этого времени, т. е. уже пять тысячелетий (!), эксплуатируется крупнейшее месторождение на территории бывшей Казахской ССР — в Жезказгане (Джезказгане). В России насчитывается 48 разрабатываемых месторождений меди.

Четкое представление об экологических последствиях производства меди в Жезказгане и на Урале дают самые разнообразные источники в Интернете. Строго говоря, территории добычи и выплавки меди и их обширные окрестности становятся чуть ли навсегда непри-



Долина р. Берелёх (приток р. Аян-Юрях, которая, сливаясь с р. Кулу, образует Колыму) в районе бывшего пос. Беличан после добычи россыпного золота. Может быть, и нет смысла приводить территорию в порядок: по опыту других бывших приисков, отвалы отработанных песков могут вновь «перемываться». В советские времена каждый прииск имел план не только по добыче золота, но и по промытым кубометрам. Потому начинали работы рано весной, когда из смерзшихся песков извлекалось далеко не все золото. На снимках видны отработанные «пазухи» — котлованы разной формы, залитые водой, по которым плавала драга — огромный корабль с установленной на нем фабрикой для промывки золотоносных песков; светлые или светло-серые отвалы — промытый драгой грунт. Магаданская область, июнь 2023 г.
Фото Е. В. Хаменковой



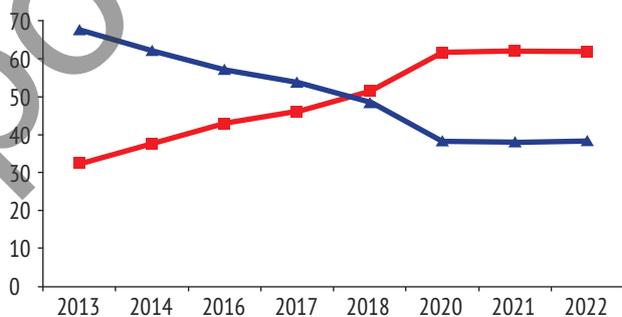
годными для жизни, а шлейф отравляющего все и вся влияния тянется не только далеко в пространстве, но еще бесконечно по времени.

Территориями, обезображенными горными работами, магаданцев не удивишь. «Колыма» занимает отнюдь не последнее место в скорбном списке подобных регионов. Как не раз сообщалось, за почти вековой период добычи золота здесь полностью уничтожены долины многих рек или их значительные отрезки. Самые яркие тому примеры — реки бассейна Колымы: Теньке, Берелёх, Сусуман, Бурхала, Дебин, Оротукан, Ларюковская и многие, многие другие. Здесь на десятках километров пути вдоль автодорог не найдешь пригодной воды не только для питья, даже руки в речках помыть страшно.

На северо-востоке Азии экологическое благополучие. Было

Однако Магаданскую область по сравнению с окрестностями медеплавильных заводов пока можно считать территорией, лишь слегка задетой антропогенным влиянием. Наше счастье, что золото извлекали из россыпей, как всегда, — промывкой, которая сопряжена почти исключительно с механическим загрязнением воды, попросту — с замутнением. Да, при взрывах на полигонах используется; да, так называемое мелкое золото, к сожалению, кое-где амальгамируется ртутью... Использование названных химических веществ опасно, но по масштабам их применения в прежние времена последствия невелики.

Прекращают мыть золотые «пески», и река постепенно, в обозримо разумный срок (все равно — десятилетия!) очищается от взвесей. Надо, конечно, выровнять искореженную территорию, обеспечить проточность всех изолированных котлованов, дать зарастить, и тогда самоочищение реки пойдет быстрее. Быстрее вернется и хариус — обитатель и символ чистой воды горных рек.



Динамика добычи (%) россыпного (синяя линия) и рудного (красная линия) золота в Магаданской области (по данным сайта «Золотодобыча»: zolotodb.ru).

На сегодняшний день описанная идиллия — все еще возможный счастливый вариант завершения цикла золотодобычи (повторюсь: если не применялись химические способы извлечения золота). Так было. Но положение стремительно меняется, горняки в России все больше переходят на коренные месторождения, на долю которых приходится уже свыше 60% от общего объема производства [1]. В Магаданской обл. ныне разрабатываются порядка 20 рудных месторождений и 300 россыпных³, но динамика добытого металла по годам уверенно свидетельствует о смене лидера.

Разработка рудного золота сопряжена с непрерывным использованием крайне агрессивных реагентов: цианида натрия, гипохлорита кальция (в нем хлора до 65%), серной и соляной кислот, кальцинированной соды, медного купороса и т. п. Сами названия вопиют о ядовитости!

Замутненные реки видны из космоса. Ядовитые реагенты в воде не всегда разглядишь, цвет и прозрачность могут и не меняться. Тотальное отравление проявляется массой плавающих кверху брюхом дохлых рыб, разумеется, если рыбы до того не были уничтожены.

В буквальном смысле яркий признак все расширяющегося использования руд коренных месторождений — появление в пейзаже замечательно окрашенных, но глухих высоких металлических заборов. В сочетании с жесткими пропускными режимами они надежно избавляют хозяев от «праздных» любопытствующих, доставляющих много «ненужных» хлопот.

Два взгляда на одну реальность

Применение агрессивных реагентов влечет за собой проблемы с загрязнением среды совершенно иного порядка. Кто может гарантировать, что стоки с обсуждаемых производств в Магаданской обл. удастся локализовать или обезопасить? Позиция промышленников примерно такова: «Никакого риска для экологии нет, поскольку мы опираемся на современные «чистые» технологии. А если риски есть, давайте посмотрим, чем именно рискуем. Плохонький, неделовой лес, который даже для крепежа в шахты не годится. Рыба? Она есть в любой речке бассейна Тихого океана».

Это — правда, но не вся. Действительно, лес неделовой, да и рыба в отдельно взятой речке стоит не так уж дорого. Вот только в бассейне р. Ола обитает небольшая реликтовая популяция красно-

³ По данным, опубликованным на сайте «Золотодобыча»: <https://zolotodb.ru/article/11259/?page=all>

книжной нерки, а сама река — традиционное место любительского лова для горожан (всего 30 км до Магадана). Прогнозируемый ответ проектантов: «Не беда, потерю нерки возместим, например, строительством небольшого заводика по выращиванию нерки, а для воскресных рыбаков найдем другое место, проведем туда дорогу». Предлагаемые схемы компенсации нередко абсурдны: например, при проектировании строительства Амгуэмской ГЭС (на Чукотке) потери оленьих стад предлагали возместить строительством коровников на Колыме близ п. Синегорье.

Однако у экологов есть еще аргумент: в районе, где будет идти разведка меди, на р. Яма находится участок Магаданского заповедника с абсолютно уникальными рощицами сибирской ели; их потерю возместить не просто сложно, а, вероятно, невозможно. Ожидаемый ответ: «Елки пересадим, создадим питомник, расселим, елки — тоже мелочь по сравнению с грандиозностью предприятия». Все так, возражать трудно.

Но вот с «чистыми», т. е. безопасными технологиями извлечения меди не так все лучезарно, а если говорить без дипломатических уловок — так



Кустарничково-осоково-травяной заболоченный лиственничник, типичный для шлейфов склонов и террас. Долина ручья Олень (приток р. Сибик-Тыэллах, левого притока Колымы), 450 м над у. м. Издали — лес, вблизи — малопродуктивное редколесье.

Фото Д. И. Бермана



Долина р. Нерючи (левый приток р. Кулу). Здесь «настоящие» леса, как и везде в Магаданской области, приурочены почти исключительно к долинам крупных рек, но вырублены даже в удаленных районах. На фото большая часть гор занята кедровым стлаником с редкими лиственницами, на пологих террасах распространены заболоченные мерзлотные лиственничные кривоlessя.

Фото А. В. Кондратьева

ТРУДЫ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ.К.А.ВАЛИЕВА РАН.

Т. 31: КВАНТОВЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ, МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКА: ФИЗИКА, ТЕХНОЛОГИЯ, ДИАГНОСТИКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ / Отв. ред. Т.М.Махвиладзе. М.: Наука, 2023. 135 с.

В сборник включены работы: «Микромагнитное моделирование скирмионов в тонкопленочных структурах» (Трушин О. С., Барабанова Н. И.); «Влияние прочностных свойств границ соединений материалов на скорость ионной электромиграции», «Кинетика адсорбции решеточных дефектов границ соединений материалов и работа разделения интерфейса» и «Критическая длина электромиграции в тонкопленочных структурах» (Махвиладзе Т. М., Сарычев М. Е.); «Контроль фотонного транспорта в оптической структуре из четырех микрорезонаторов с помощью спектральной инженерии» (Цуканов А. В.); «Оптическое измерение состояния квантовой точки в дисковом микрорезонаторе со штарковским трансдюсером» (Цуканов А. В., Катев И. Ю.); «Свойства аргона как актинометрического атома» и «Динамический режим работы калориметра с калибровочным теплоотводом» (Кудря В. П.); «Формирование массивов плазмодных серебряных наномесяцев с помощью коллоидной литографии и ионно-лучевого распыления» (Шевчук С. Л. и др.); «Переключение мемристоров на основе открытых «сэндвич»-структур TiN–TiO₂–SiO₂–W в различных газовых средах» (Горлачев Е. С. и др.); «Нанокристаллические материалы, способы получения, идентификация и применение в электронике» (Савинский Н. Г., Грушевский Е. А.).



ФИЗИКА / МИКРОЭЛЕКТРОНИКА

ПРИРОДА 08/2023

Соучредители: Президиум РАН, ФГБУ «Издательство «Наука»
Главный редактор: академик РАН А.В.Лопатин

Ответственный секретарь: Е.А.Кудряшова

Научные редакторы: М.Б.Бурзин, Т.С.Клювиткина, Н.В.Ульянова, О.И.Шутова

Заведующая редакцией: И.Ф.Александрова

Перевод содержания: Т.А.Кузнецова

Графика, верстка: С.В.Усков

Дата выхода в свет: 31.08.2023
Формат 60×88 1/8. Цифровая печать
Усл. печ. л. 9.0. Уч. изд. л. 9.2. Бум. л. 4.5
Тираж 1000 экз. Цена свободная. Заказ 20

Редакция и издатель: ФГБУ «Издательство «Наука»
Адрес: 117997, Москва, ул.Профсоюзная, 90
По вопросам публикации материалов:
тел.: (495) 276-77-35 (доб. 4171),
e-mail: priroda@naukapublishers.ru
По вопросам сотрудничества:
тел.: (495) 276-77-35 (доб. 4301 или 4302),
e-mail: journals@naukapublishers.ru

Отпечатано в ФГБУ «Издательство «Наука»
Адрес: 121099, Москва, Шубинский пер., 6

Подписной индекс: в каталоге Почты России – П2285, в Объединенном каталоге «Пресса России» – 38826.
Журнал зарегистрирован Государственным комитетом Совета министров СССР по печати 13 декабря 1990 г.
Свидетельства о регистрации №1202 и ПИ №1202.

Все права защищены. Перепечатка материалов возможна только с разрешения редакции.

Мнение редакции может не совпадать с мнением автора.

Ответственность за точность и содержание рекламных материалов несут рекламодатели.