

## ВОЗДЕЙСТВИЕ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АЛМАЗОВ ИМ. М. В. ЛОМОНОСОВА НА ЭКОСИСТЕМУ РЕКИ ЗОЛОТИЦЫ

**Е. И. Котова**

Институт океанологии имени П. П. Ширшова РАН (Москва, Российская Федерация)

**О. П. Нецветева**

Институт океанологии имени П. П. Ширшова РАН (Москва, Российская Федерация),  
Национальный парк «Русская Арктика» (Архангельск, Российская Федерация)

**О. С. Решетняк**

Гидрохимический институт Росгидромета, Южный федеральный  
университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Статья поступила в редакцию 21 января 2022 г.

---

*На территории Архангельской области ведется разработка месторождения алмазов им. М. В. Ломоносова, что приводит к загрязнению окружающей среды сапонитовыми породами, которое может отрицательно сказаться на экосистеме реки Золотицы. Цель работы – оценить воздействие разработки месторождения алмазов на расход и химический состав воды Золотицы с использованием статистических методов. Рассматривались гидрологические и гидрохимические характеристики, определяемые в рамках государственного мониторинга. В результате сделан ряд выводов об отсутствии существенного негативного воздействия ведущейся разработки, кроме ухудшения кислородных условий.*

**Ключевые слова:** добыча алмазов, река Золотица, загрязнение речных вод, месторождение алмазов им. М. В. Ломоносова, расход воды, гидрохимия, экология.

### Введение

Добыча алмазов оказывает комплексное воздействие на окружающую среду и влечет соответствующие экологические последствия. Освоение месторождений негативно влияет на все составляющие экосистем: рельеф, недра, почвенный и растительный покров, животный мир вплоть до изменения геохимического профиля ландшафта на определенной территории [1].

Исследованию освоения месторождений алмазов и его воздействия на окружающую среду за последние 10 лет посвящено много публикаций в научных журналах. Так, в [2] описаны экологические риски при осушении карьеров и опасности складирования вмещающих пород. Рекомендации по использованию вскрышных отходов для производства стро-

ительных материалов даны в [3]. По многолетним данным в [4] выполнен анализ воздействия добычи алмазов в Якутии на окружающую среду: автор разделил территорию воздействия на участки (от природного до макроантропогенного) и описал трансформации каждого из них. В [5] сделан геоэкологический мониторинг за десятилетний период почвенного покрова Якутии и зафиксировано увеличение в нем концентрации тяжелых металлов.

Несмотря на пристальное внимание научного сообщества к данной проблеме, приведенный литературный обзор показывает, что воздействие добычи алмазов на окружающую среду изучено еще недостаточно широко. Большой акцент сделан на почву, так как она в первую очередь подвергается наибольшему отрицательному влиянию, в то время как изменения в близлежащих водных объектах могут быть более опасными и масштабными.



Рис. 1. Схема размещения месторождения алмазов им. М. В. Ломоносова  
 Fig. 1. Location of the M. V. Lomonosov diamond deposit

На территории Архангельской области открытым способом ведется разработка месторождения алмазов им. М. В. Ломоносова (рис. 1), которой занимается с 1994 г. ПАО «Севералмаз». Горно-капитальные работы начались в 2003 г., а с 2005 г. ведутся добычные работы на трубке Архангельская, расположенной в южной части месторождения. В том же году начались добыча и переработка кимберлитовых руд на месторождении [6]. Обоганительная фабрика сдана в эксплуатацию в июле 2005 г., ведутся вскрышные работы на карьере трубки им. Карпинского-1. Перед началом разработки месторождения осуществлен перенос русла реки Золотицы в обход кимберлитовых трубок — построен руслоотводной канал.

Золотица — река бассейна Белого моря, протекающая в Приморском районе Архангельской области по западной части Беломорско-Кулойского плато и впадающая в Горло Белого моря у деревни Нижняя Золотица на Зимнем берегу северо-восточнее Двинской губы. Длина реки — 177 км, площадь водосбора — 1950 км<sup>2</sup>, среднегодовой расход воды — 22,7 м<sup>3</sup>/с. Питание реки снеговое и дождевое. В ее верхнем течении в настоящее время ведется разработка месторождения алмазов им. М. В. Ломоносова и находятся вахтовые поселки Тучкино и Светлый<sup>1</sup>.

Одной из отличительных особенностей кимберлитовых пород Архангельской алмазоносной провинции является их масштабная сапонитизация [7], что приводит при разработке этих пород к возникновению дополнительных проблем, связанных с отрицательным воздействием на природную среду.

<sup>1</sup> <https://waterresources.ru/reki/zimnyaya-zolotitsa/>.

В процессе обогащения кимберлитовых пород легкая фракция (минеральные частицы с удельным весом менее 2,7—2,8 г/см<sup>3</sup>) сбрасывается в хвостохранилища в виде пульпы, в которой количество твердой составляющей варьирует в широких пределах и зависит от исходного состава пород. Гигроскопический сапонит в виде суспензии будет находиться в водной среде рядом с месторождением. В результате негативное воздействие от такой разработки проявляется главным образом в нарушении ландшафта (отвод больших площадей под отвалы, хвостохранилища, отстойники и др.), а также в загрязнении атмосферы, вод, почв, грунтов, в угрозе флоре и фауне региона. Таким образом, экологическую обстановку в районе месторождения представляется возможным оценить как сложную [8; 9].

Очистка сточных вод от большого количества взвеси на предприятии ведется гравитационным способом с применением системы отстойников [10], после прохождения через которые вода самотеком сбрасывается в пойму Золотицы. Также ведутся эксперименты по применению более эффективных методов очистки [11], что важно с учетом рыбохозяйственного значения Золотицы. Она относится к водным объектам высшей категории как лососевая нерестовая река, кроме того, в районе реки расположен Приморский ландшафтный заказник.

В последние годы число работ, посвященных исследованию различных аспектов экологического состояния Золотицы, увеличилось [12—17].

Цель настоящей статьи — оценка воздействия разработки месторождения алмазов им. М. В. Ломоносова на расход и химический состав воды Золотицы с использованием статистических методов.

### Материалы и методы

Гидрологические и гидрохимические данные получены с гидрологического поста (ГП) сети Росгидромета «Деревня Верхняя Золотица», который заложен в 17 км от устья Золотицы и в 144 км от месторождения им. М. В. Ломоносова.

Сведения о гидрологических измерениях расхода воды взяты из государственного водного кадастра за период 2000—2017 гг., в том числе с использованием базы данных автоматизированной информационной системы государственного мониторинга водных объектов Российской Федерации. Эти данные сравнивали с результатами наблюдений за 1957—1966 гг. [18]. Статистический анализ наличия трендов расхода воды проводился по нор-

**Таблица 1. Нормативы ПДК химических веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения \***

Показатель	ПДК, мг/л	Показатель	ПДК, мг/л
O <sub>2</sub>	Не менее 6,0	Cu	0,001
БПК	2,1	Ni	0,010
ХПК	Не установлено	Mg	40
pH	В диапазоне 6,5—8,5	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	100
N-NO <sub>2</sub>	0,020	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Не установлено
N-NO <sub>3</sub>	9,0	Cl <sup>-</sup>	300
N-NH <sub>4</sub>	0,40	K	50
P-PO <sub>4</sub>	0,20	Ca	180
Si	Не установлено	ΣI	Не установлено
Fe (общ.)	0,10	—	—

\* Приказ Минсельхоза России «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» от 13 декабря 2016 г. № 552 (с изменениями на 10 марта 2020 г.).

мализованному критерию Манна — Кендалла ( $Z$ ,  $P = 95\%$ ) [19; 20].

Значения гидрохимических показателей, полученных в результате государственного мониторинга Золотицы, собраны из режимно-справочных изданий Росгидромета и Гидрохимического института. Для оценки динамики происходящих изменений отдельно исследовались и сравнивались три периода: 1980—1991, 1992—2004, 2005—2014 гг. При этом период 1980—1991 гг. рассматривался как «фоновый» до начала разработки месторождения им. М. В. Ломоносова.

Анализировались следующие параметры: содержание растворенного в воде кислорода; БПК<sub>5</sub> (биологическое потребление кислорода); ХПК (химическое потребление кислорода); pH; концентрации биогенных элементов (нитритов, нитратов, аммонийного азота, фосфора фосфатного, кремния); концентрации тяжелых металлов (железа, меди, никеля), магния, сульфатов, гидрокарбонатов, хлоридов, калия, кальция, суммы ионов. Для приведенных параметров в каждом из трех выделенных периодов получены среднее, минимальное, максимальное значения, мода, медиана, диапазон наиболее часто встречаемых значений (НЧВЗ), стандартное отклонение, коэффициент вариации, а также эти значения сравнивались с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) (нормативы указаны в табл. 1).

### Результаты и обсуждение

**Расход воды.** Поскольку при разработке месторождения им. М. В. Ломоносова из Золотицы изымается большое количество воды, у реки может

меняться расход. Рассмотрим, как происходят эти изменения в течение года, и сравним нынешние расходы с ситуацией до начала разработки.

Согласно проведенному статистическому анализу на наличие трендов по нормализованному критерию Манна — Кендалла (табл. 2) за 2000—2017 гг. рост

**Таблица 2. Коэффициенты линейных трендов расхода за 2000—2017 гг.**

Период	Z	P	Тренд
Январь	0,585	0,7208	Нет
Февраль	1,689	0,9544	Увеличение
Март	1,402	0,9195	Увеличение
Апрель	-2,566	0,9949	Уменьшение
Май	-0,536	0,7038	Нет
Июнь	-0,495	0,6898	Нет
Июль	1,338	0,9095	Увеличение
Август	2,026	0,9786	Увеличение
Сентябрь	0	0,5000	Нет
Октябрь	0,495	0,6897	Нет
Ноябрь	0,792	0,7858	Нет
Декабрь	0,206	0,5816	Нет
Год	0,467	0,6798	Нет

Таблица 3. Расчетное распределение стока по месяцам и сезонам, %

Водность	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV—VI весна	VII—XI лето- осень	XII—III зима
Многоводный сток *	4,9	34,5	13,6	8,4	3,8	5,3	12,0	8,1	3,2	2,3	2,0	1,9	53,0	37,6	9,4
Маловодный сток *	5,4	38,1	15,0	7,2	3,2	4,5	10,3	7,0	3,2	2,3	2,0	1,9	58,5	32,1	9,4
Очень маловодный сток *	5,6	39,7	15,6	6,6	3,0	4,2	9,5	6,4	3,2	2,3	2,0	1,9	60,9	29,7	9,4
Средний сток в 1957—1966 гг.*	5,2	36,5	14,3	7,7	3,5	4,9	11,0	7,5	3,2	2,3	2,0	1,9	56,0	34,6	9,4
Средний сток в 2000—2017 гг.**	5,9	37,2	9,2	3,8	5,2	5,6	9,3	8,6	6,6	3,7	2,5	2,5	52,3	32,5	15,3

\* По данным [18].

\*\* По данным государственного водного кадастра.

расхода воды наблюдался в период межени (летней и зимней), а снижение — перед паводком, т. е. происходило зарегулирование речного стока и сглаживание его максимальных и минимальных значений. Считается, что тренд имеет место, если критерий Z превышает уровень значимости P, в противном случае тренд отсутствует. Положительное значение Z указывает на рост, отрицательное — на снижение.

До начала разработки месторождения, по данным за 1957—1966 гг., среднемноголетний расход воды Золотицы составлял 23,7 м<sup>3</sup>/с, а максимальный для десятилетия наблюдался в период половодья 1964 г. (426 м<sup>3</sup>/с). По современным данным за 2000—2017 гг., среднемноголетний расход воды составляет 23,2 м<sup>3</sup>/с, а максимальный за этот период наблюдался в 2002 г. (398 м<sup>3</sup>/с).

По рассматриваемым двум периодам рассчитано распределение стока Золотицы по месяцам и сезонам, приведенное в табл. 3.

Из данных табл. 3 видно, что расход реки в течение года распределяется крайне неравномерно. Максимальный расход отмечается весной, в летне-осенний период он несколько снижается и достигает минимальных значений зимой. Причем такое соотношение наблюдается в обоих рассматриваемых периодах, хотя и с некоторыми различиями: в 2000-х годах зимний расход воды увеличился в 1,6 раза по сравнению с 1957—1966 гг. за счет снижения весеннего и летне-осеннего. На сезонное распределение расхода хоть и незначительно, но влияет водность реки. Так, весенний расход уменьшается с увеличением водности, летний, наоборот, снижается, а осенний не меняется.

**Гидрохимия.** Содержание растворенного в воде кислорода снижается за рассматриваемый период в среднем с 12,75 до 9,47 мг/л (ПДК не ниже 6,0 мг/л). Диапазон НЧВЗ для 1980—1991 гг. соста-

вил 12,30—13,98 мг/л, для 1992—2004 гг. — 9,66—11,35 мг/л, для 2005—2014 гг. — 7,46—9,34 мг/л. Лишь дважды за 35 лет концентрация растворенного кислорода опускалась ниже ПДК: в апреле 2005 г. (5,08 мг/л) и марте 2012 г. (5,80 мг/л).

Содержание легкоокисляемых органических веществ по БПК<sub>5</sub> остается стабильным на уровне 1,33—1,34 мг/л в среднем (ПДК — 2,1 мг/л). Диапазон НЧВЗ для трех периодов составляет 0,60—1,63, 0,32—0,81 и 0,50—1,20 мг/л соответственно. Единичные превышения ПДК отмечались как до, так и после начала разработки месторождения, при этом наибольшее максимальное значение БПК<sub>5</sub> наблюдалось задолго до начала разработки (1980—1991 гг.) и составляло 5,44 мг/л, в последующие периоды — 3,31 и 3,29 мг/л соответственно.

Содержание трудноокисляемых органических веществ по ХПК составляло 35,66—38,00 мг/л в среднем за весь рассматриваемый период. Причем изменялось ХПК в очень широких пределах: минимальные значения в трех периодах составляли 5,60—12,70 мг/л, максимальные — 75,60—83,50 мг/л. В водоемах рыбохозяйственного назначения ХПК не нормируется, однако стоит отметить, что среднее, минимальное и максимальное значения в период эксплуатации месторождения стали ниже, чем ранее.

Диапазон НЧВЗ уровня pH несколько сдвинулся в сторону слабощелочной реакции среды: с 6,45—7,60 в 1980—1991 гг. до 7,15—8,00 в 2005—2014 гг. (при естественных значениях для речных вод 6,5—8,5). Отмечено и увеличение средних характеристик: среднее арифметическое — с 7,08 до 7,29, мода — с 7,03 до 7,50, медиана — с 7,05 до 7,30.

Концентрации биогенных элементов, для которых установлены ПДК, в среднем не превышали их

ни в один из рассматриваемых периодов (кремний в водоемах рыбохозяйственного назначения не нормируется).

Концентрации азота нитритного достигали 0,005—0,009 мг/л, при этом среднее значение для всех трех периодов было одинаково — 0,001 мг/л (ПДК — 0,02 мг/л).

Средние концентрации азота нитратного и аммонийного снизились по сравнению с 1980—1991 гг. в два раза и составляли в 2005—2014 гг. 0,02 мг/л (ПДК — 9,0 мг/л) и 0,06 мг/л (ПДК — 0,40 мг/л) соответственно. Единичные превышения ПДК азота аммонийного отмечались в первые два периода до начала разработки месторождения.

В 2005—2014 гг. снизилось и содержание фосфора фосфатного, которое стало составлять в среднем 0,021 мг/л (НЧВЗ — 0—0,020 мг/л) против 0,031 мг/л в 1980—1991 гг. (НЧВЗ — 0—0,028 мг/л).

В отличие от минеральных форм азота и фосфора среднее содержание кремния увеличилось с 1,70 до 2,40 мг/л в последние годы, также как и НЧВЗ, которые в 1980—1991 гг. находились в диапазоне 0—3,10 мг/л, в 1992—2004 гг. — 0—3,50 мг/л, в 2005—2014 гг. — 1,30—3,90 мг/л.

Среднее содержание соединений железа практически не изменилось за рассматриваемый период, составив 0,50—0,56 мг/л, при этом максимальные значения снизились с 3,00 до 1,05 мг/л, а минимальные повысились с 0 до 0,10 мг/л (ПДК — 0,10 мг/л). Диапазон НЧВЗ в 2005—2014 гг. составил 0,51—0,70 мг/л, в то время как в 1980—1991 гг. — 0—0,44 мг/л. Коэффициент вариации снизился с 86,7% до 36,6%, что говорит о большей однородности данных. Таким образом, хотя содержание соединений железа в воде реки стабильно высокое и превышает ПДК, это обусловлено природными факторами и является естественным свойством данных вод. Кроме того, дренажные воды содержат гораздо меньше железа, и их сброс приводит к разбавлению природной воды в месте сброса до близких к ПДК значений по железу [15].

Средняя концентрация соединений меди за весь рассмотренный период превышала ПДК (1 мг/л), а также незначительно увеличилась к последним годам (с 2,22 до 2,57 мг/л). В сторону увеличения сдвинулся и диапазон НЧВЗ: с 0—1,70 мг/л в 1980—1991 гг. до 0—2,30 мг/л в 2005—2014 гг.

В первые два периода содержание соединений никеля часто было ниже предела обнаружения. В последние годы соединения никеля стали обнаруживаться чаще. Из средних характеристик наиболее показательна медиана: для первых двух периодов она равнялась 0 мг/л, в 2005—2014 гг. составляла 1,4 мг/л (ПДК — 10 мг/л). Превышение ПДК наблюдалось лишь однажды в мае 1988 г. (15,8 мг/л).

Среднее содержание магния снизилось с 6,0 мг/л до 5,2 мг/л, медиана — с 5,9 мг/л до 3,7 мг/л. В то же время диапазон НЧВЗ практически не изменил-

ся, составив 0,5—4,1 мг/л в 2005—2014 гг. и 0,1—4,3 мг/л в 1980—1991 гг. (ПДК — 40 мг/л).

Значимых изменений в содержании сульфатов, гидрокарбонатов, хлоридов, калия, кальция, суммы ионов не обнаружено.

Все описанные выше изменения наглядно представлены на рис. 2 (выполнен авторами).

## Закключение

При добыче алмазов образуется большое количество сапонитов, характерных для данного месторождения, их складировать на отвалах больших площадей, в хвостохранилищах, отстойниках и др. Этим нарушается ландшафт, происходит загрязнение атмосферы, воды, почв, а также возникают экологические угрозы для флоры и фауны региона. На реку Золотицу, расположенную в непосредственной близости от месторождения алмазов, теоретически приходится наибольшее отрицательное воздействие, так как в нее сбрасываются дренажные воды. В период до начала разработки было трансформировано ее русло, что могло отразиться на гидрологическом режиме. Однако анализ данных режимных наблюдений на ГП «Деревня Верхняя Золотица» показал, что за многие годы разработки месторождения алмазов им. М. В. Ломоносова существенных негативных изменений ни в расходе, ни в химическом составе воды Золотицы не произошло.

Для расхода воды Золотицы характерен ярко выраженный сезонный ход: максимальных значений он достигает в весенний паводок, после чего несколько снижается в летне-осеннюю межень, а зимой он минимален. Хотя сезонный ход сохраняется и в период разработки месторождения, зимний расход воды все же увеличился в 1,6 раза по сравнению с 1957—1966 гг. за счет круглогодичной добычи и соответственно круглогодичного сброса дренажных вод. Внутри года, согласно статистическому анализу на наличие трендов по нормализованному критерию Манна — Кендалла, в 2000-х годах рост расхода воды наблюдался в меженные периоды, снижение — перед паводком, т. е. происходит зарегулирование речного стока и сглаживание его максимальных и минимальных значений.

Химический состав воды на участке у ГП «Деревня Верхняя Золотица» практически не изменился с 1980 по 2014 гг. Однако следует отметить, что содержание соединений железа и меди за весь период (в том числе и задолго до начала разработки) было стабильно высоким и превышало ПДК, что говорит о повышенном региональном фоне по этим элементам. Единственным элементом, концентрация которого незначительно выросла (на 0,7 мг/л), является кремний, что, вероятно, связано с загрязнением речных вод сапонитовой взвесью.

Наибольшие опасения вызывают изменения содержания растворенного кислорода: уменьшилась средняя концентрация и снизился диапазон НЧВЗ.

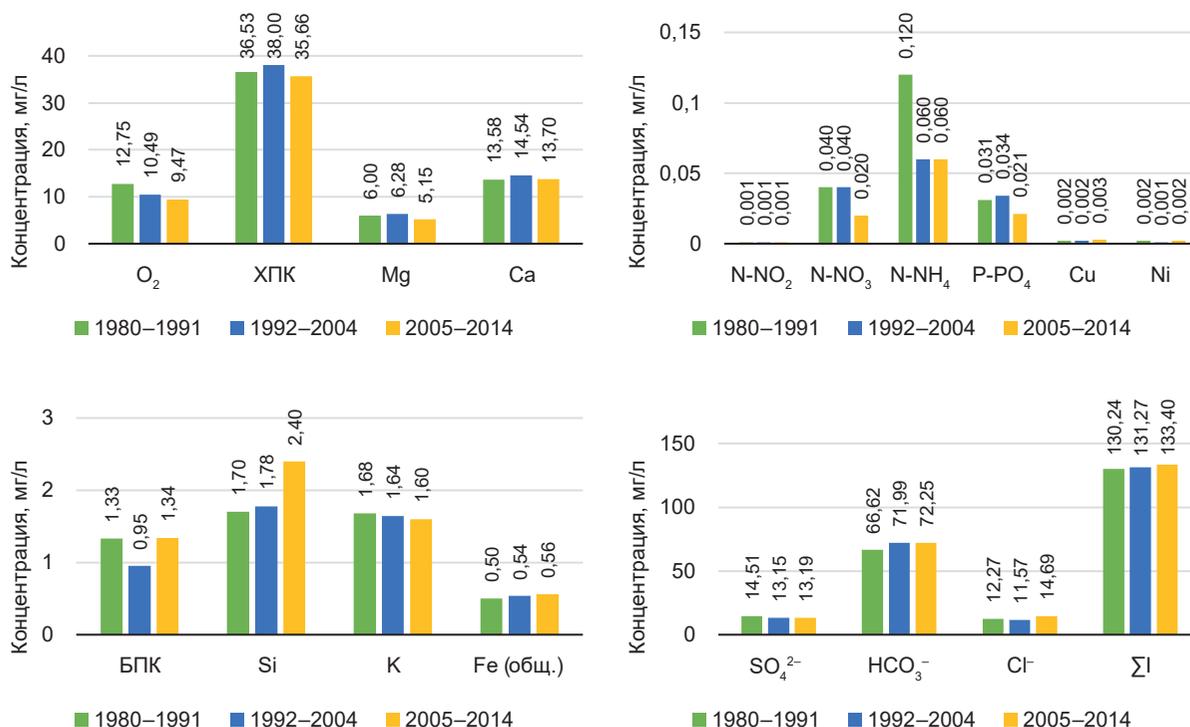


Рис. 2. Химический состав вод Золотицы за три периода: 1980–1991, 1992–2004, 2005–2014 гг. (по оси x – параметр, по оси y – концентрация, мг/л)  
 Fig. 2. Chemical composition of the Zolotitsa River waters for three periods: 1980–1991, 1992–2004, 2005–2014 (x – parameter, y – concentration, mg/l)

Причем хоть и единично, но стали отмечаться случаи снижения концентрации ниже установленного норматива для водоемов рыбохозяйственного назначения высшей категории (6,0 мг/л), к которым относится Золотица.

Таким образом, разработка месторождения алмазов влечет за собой ряд экологических проблем, которые нужно учитывать и контролировать. Необходим постоянный мониторинг компонентов окружающей среды, учет рисков возникновения чрезвычайных экологических ситуаций, требуются рекультивация земель, восстановление лесного фонда. Особое внимание следует уделить мониторингу содержания растворенного в воде кислорода и его сезонным изменениям, а также исследовать кислородные условия по всему руслу реки (особенно выше и ниже сброса дренажных вод месторождения), чтобы выявить степень воздействия добычи алмазов на их ухудшение.

Работа выполнена в рамках темы государственного задания № FMWE-2021-0006.

### Литература

1. Поздняков А. И., Вольперт Я. Л. Анализ воздействия алмазодобывающей промышленности на окружающую среду северо-западной Якутии // Проблемы регион. экологии. — 2008. — № 2. — С. 24—28.

2. Шевелева А. В., Шварцман Ю. Г. Проблемы экологической безопасности при разработке месторождения алмазов имени Ломоносова // Вестн. Сев. (Аркт.) федер. ун-та. Сер. Естеств. науки. — 2012. — № 2. — С. 40—46.  
 3. Посухова Т. В., Дорофеев С. А., Гаранин К. В. и др. Отходы алмазодобывающей промышленности: минеральный состав и способы утилизации // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. — 2013. — № 2. — С. 38—48.  
 4. Вольперт Я. Л. Трансформация наземных экосистем в результате воздействия алмазодобывающей промышленности // Успехи соврем. естествознания. — 2012. — № 11. — С. 80—82.  
 5. Гололобова А. Г., Легостаева Я. Б. Экохимический мониторинг почвенного покрова на участках алмазодобычи в Западной Якутии // Изв. политехн. ун-та. Инжиниринг георесурсов. — 2020. — Т. 331, № 12. — С. 146—157. — DOI: 10.18799/24131830/2020/12/2948.  
 6. Валуев Е. П. Этапы освоения месторождения алмазов им. М. В. Ломоносова // Гор. журн. — 2002. — № 7. — С. 29—32.  
 7. Шпилевая Д. В. Геологическое строение, минеральный состав и эколого-экономические аспекты освоения трубки Архангельская (месторождение алмазов им. М. В. Ломоносова): Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук: 25.00.11. — М., 2008. — 20 с.

8. Вержак Д. В., Гаранин К. В. Экологические проблемы освоения месторождений алмаза Архангельской алмазонасной провинции и некоторые пути их решения // Геология алмаза — настоящее и будущее. — Воронеж: Изд-во ВГУ, 2005. — С. 246—260.
9. Вержак Д. В., Гаранин К. В. Алмазные месторождения Архангельской области и экологические проблемы их освоения // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. — 2005. — № 6. — С. 18—27.
10. Атрощенко Ф. Г. Эффективность гравитационного способа очистки больших объемов сточных вод от глинистых взвесей (на примере опыта эксплуатации сооружений по очистке карьерных и отвальных вод Ломоносовского ГОКа) // Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. — Пермь: Изд-во ПГНИУ, 2019. — С. 489—494.
11. Алексеев А. И., Зубкова О. С., Полянский А. С. Очистка карьерных вод ПАО «Севералмаз» от дисперсных частиц глинистого минерала сапонита методом сгущения // Изв. СПбГТИ(ТУ). — 2020. — № 55 (81). — С. 22—27.
12. Макущенко М. Е., Потапов А. А., Филин Р. А. Зоопланктон как индикатор качества воды природных водотоков в районе месторождения алмазов им. М. В. Ломоносова // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 3. Биология. — 2008. — № 3. — С. 17—28.
13. Бедрина Д. Д., Малов А. И., Яковлев Е. Ю. и др. Характеристика состава донных осадков реки Золотица (Архангельская область) // Тезисы докладов VII Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 30-летию Института проблем промышленной экологии Севера ФИЦ КНЦ РАН и 75-летию со дня рождения д. б. н., профессора В. В. Никонова / Под ред. Е. А. Боровичева, О. И. Вандыш. — Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2019. — С. 104—105.
14. Яковлев Е. Ю., Малов А. И., Дружинин С. В. и др. Распределение радионуклидов и оценка параметров радиационной безопасности в речных отложениях в районе месторождения алмазов имени М. В. Ломоносова // Новое в познании процессов рудообразования: Девятая российская молодежная научно-практическая школа с международным участием. — М.: Изд-во ИГЕМ РАН, 2019. — С. 481—482.
15. Малов А. И. Влияние сброса дренажных вод из кимберлитового карьера на качество речных вод // Вода: химия и экология. — 2020. — № 7—9. — С. 15—27.
16. Селянина С. Б., Чуракова Е. Ю., Михайлова Г. В. и др. Характеристика растений-гидрофитов и показателей воды в водотоках Приморского заказника в районе добычи алмазов (Архангельская область) // Труды Кольского науч. центра РАН. — 2020. — Т. 11, № 2—8 (8). — С. 47—58. — DOI: 10.37614/2307-5252.2020.2.8.005.
17. Климовский Н. В., Морева О. Ю., Матвеев Н. Ю. и др. Экологическое состояние р. Зимняя Золотица в зоне опосредованного воздействия горно-обогатительного комбината // Вода и экология: проблемы и решения. — 2021. — № 2 (86). — С. 54—64. — DOI: 10.23968/2305-3488.2021.26.2.54-64.
18. Ресурсы поверхностных вод СССР. — Т. 3: Северный край / Под ред. И. М. Жила, Н. М. Алюшинской. — Л.: Гидрометеиздат, 1972. — 663 с.
19. Mann H. B. Non-parametric tests against trend // *Econometrica*. — 1945. — Vol. 13. — P. 245—259. — DOI: 10.2307/1907187.
20. Kendall M. G. Rank Correlation Methods. — 4th ed. — London: Charles Griffin, 1975. — 202 p.

### Информация об авторах

**Котова Екатерина Ильинична**, кандидат географических наук, директор Северо-Западного отделения, Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН (117997, Россия, Москва, Нахимовский просп., д. 36), e-mail: esorp@yandex.ru.

**Нецветаева Ольга Петровна**, кандидат географических наук, младший научный сотрудник, Северо-Западное отделение, Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН (117997, Россия, Москва, Нахимовский просп., д. 36), ведущий научный сотрудник, Национальный парк «Русская Арктика» (163051, Россия, Архангельск, наб. Северной Двины, д. 36), e-mail: melob@bk.ru.

**Решетняк Ольга Сергеевна**, кандидат географических наук, старший научный сотрудник, Гидрохимический институт (344090, Россия, Ростов-на-Дону, просп. Стачки, д. 198), доцент, Южный федеральный университет (344090, Россия, Ростов-на-Дону, ул. Зорге, д. 40), e-mail: olgare1@mail.ru.

### Библиографическое описание данной статьи

Котова Е. И., Нецветаева О. П., Решетняк О. С. Воздействие разработки месторождения алмазов им. М. В. Ломоносова на экосистему реки Золотицы // Арктика: экология и экономика. — 2022. — Т. 12, № 2. — С. 191—199. — DOI: 10.25283/2223-4594-2022-2-191-199.

## IMPACT OF THE LOMONOSOV DIAMOND DEPOSIT EXPLOITATION ON THE ZOLOTITSA RIVER ECOSYSTEM

Kotova, E. I.

Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences (Moscow, Russian Federation)

Netsvetaeva, O. P.

Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences (Moscow, Russian Federation),  
Russian Arctic National Park (Arkhangelsk, Russian Federation)

Reshetnyak, O. S.

Hydrochemical Institute, Southern Federal University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

The article was received on January 21, 2022

### Abstract

The development of the Lomonosov diamond deposit is underway on the territory of the Arkhangelsk region. Saponite rocks pollute the environment. The Zolotitsa River ecosystem is under significant anthropogenic pressure due to discharge of drainage water into the river. The study purpose is to assess the impact of the diamond deposit development on the discharge and chemical composition of the Zolotitsa River waters using statistical methods. The main data source for the study was the State Water Cadastre. As a result, the researchers proved no significant changes in the discharge and chemical composition of the Zolotitsa River waters. The only exception is the decrease in the dissolved oxygen content. However, the fact requires further study to identify the true causes of the trend.

**Keywords:** *diamond mining, the Zolotitsa River, pollution of river waters, the Lomonosov diamond deposit, water discharge, hydrochemistry, ecology.*

The work was carried out within the framework of the state assignment No. FMWE-2021-0006.

### References

1. Pozdnyakov A. I., Volpert Y. L. Analysis of diamond-mining industry impact on the environment in the North-West Yakutia]. *Problemy region. ekologii*, 2008, no. 2, pp. 24—28. (In Russian).
2. Sheveleva A. V., Shvartsman Y. G. Problems of ecological safety at development of Lomonosov diamond deposit. *Vestn. Sev. (Arkt.) Feder. un-ta. Estestv. nauki*, 2012, no. 2, pp. 40—46. (In Russian).
3. Posukhova T. V., Garanin K. V., Siaoim G. et al. Diamond industry wastes: mineral composition and recycling. *Moscow University Geology Bulletin*, 2013, no. 2, pp. 38—48. DOI: 10.3103/S0145875213020087.
4. Volpert Y. L. Transformation of land ecosystems as a result of diamond mining industry influence. *Uspekhi sovrem. estestvoznaniya*, 2012, no. 11, pp. 80—82. (In Russian).
5. Gololobova A. G., Legostaeva Ya. B. Ecogeochemical monitoring of soil cover on diamond mining site in Western Yakutia. *Izv. politekhn. un-ta. Inzhiniring georesursov*, 2020, vol. 331, no. 12, pp. 146—157. DOI: 10.18799/24131830/2020/12/2948. (In Russian).
6. Valuev E. P. Stages of the M. V. Lomonosov diamond deposit development. *Gor. zhurn.*, 2002, no. 7, pp. 29—32. (In Russian).
7. Shpilevaya D. V. Geological structure, mineral composition and environmental and economic aspects of the Arkhangelskaya pipe development (M. V. Lomonosov diamond deposit). Extended Abstract of Cand. Sci. (Geol.-Min.) Dissertation, Moscow, 2008, 20 p. (In Russian).
8. Verzhak D. V., Garanin K. V. Environmental problems of diamond deposit development in the Arkhangelsk diamond province and some ways to solve them. *Diamond geology — present and future*. Voronezh, Izd-vo VGU, 2005, pp. 246—260. (In Russian).
9. Verzhak D. V., Garanin K. V. Diamond deposits of the Arkhangelsk region and environmental problems of their development. *Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 4. Geologiya*, 2005, no. 6. pp. 18—27. (In Russian).
10. Atroshchenko F. G. Efficiency of the gravitational method of purification of large volumes of wastewater from clay suspensions (on the example of the experience of operating facilities for the treatment of quarry and waste waters of the Lomonosov mining and processing plant). *Materialy godichnoi sessii Nauchnogo soveta RAN po problemam geoekologii, inzhenernoi geologii i gidrogeologii*. Perm, Izd-vo PGNIU, 2019, pp. 489—494. (In Russian).
11. Alekseev A. I., Zubkova O. S., Polyanskiy A. S. Purification of open pit water of PJSC “Severalmaz” from disperse particles of clayey mineral saponite by the coagulation method. *Bull. of St PbSIT(TU)*, 2020, no. 55 (81), pp. 22—27. (In Russian).
12. Makushenko M. E., Potapov A. A., Filin R. A. Zooplankton as indicator of water quality of natural water-currents in the area of Lomonosov diamond pipe.

- Vestn. S.-Peterb. un-ta. Ser. 3. Biologiya, 2008, no. 3, pp. 17—28. (In Russian).
13. *Bedrina D. D., Malov A. I., Yakovlev E. Yu. et al.* Bottom sediment composition in the Zolotitsa River, Arkhangelsk region. Tezisy dokladov VII Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoi 30-letiyu Instituta problem promyshlennoi ekologii Severa FITs KNTs RAN i 75-letiyu so dnya rozhdeniya d. b. n., professora V. V. Nikonova. Pod redaktsiei E. A. Borovichyova, O. I. Vandysh. Apatity, Izd-vo KNTS RAN, 2019, pp. 104—105. (In Russian).
14. *Yakovlev E. Yu., Malov A. I., Druzhinin S. V. et al.* Distribution of radionuclides and assessment of radiation safety parameters in river sediments in the area of the Lomonosov diamond deposit. Novoe v poznanii processov rudoobrazovaniya: Devyataya rossijskaya molodyozhnaya nauchno-prakticheskaya shkola s mezhdunarodnym uchastiem. Moscow, Izd-vo IGEM RAN, 2019, pp. 481—482. (In Russian).
15. *Malov A. I.* Impact of drainage water discharge from kimberlite quarry on river water quality. Voda: himiya i ekologiya, 2020, no. 7—9, pp. 15—27. (In Russian).
16. *Selyanina S. B., Churakova E. Yu., Mihajlova G. V. et al.* Characteristics of aquatic plants and water indicators in the water courses of the Primorsky sanctuary in the diamond production area (Arkhangelsk region). Trudy Kol'skogo nauch. tsentra RAN, 2020, vol. 11, no. 2—8 (8), pp. 47—58. DOI: 10.37614/2307-5252.2020.2.8.005. (In Russian).
17. *Klimovskiy N. V., Moreva O. Y., Matveev N. Y. et al.* Ecological state of the Zimnyaya Zolotitsa River in the area of the indirect impact of the mining and processing plant. Voda i ekologiya: problemy i resheniya, 2021, no. 2 (86), pp. 54—64. DOI: 10.23968/2305-3488.2021.26.2.54-64. (In Russian).
18. Resources of the USSR surface waters. Vol. 3: Northern Territory. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1972, 663 p. (In Russian).
19. *Mann H. B.* Non-parametric tests against trend. Econometrica, 1945, vol. 13, pp. 245—259. DOI: 10.2307/1907187.
20. *Kendall M. G.* Rank Correlation Methods. 4th ed. London, Charles Griffin, 1975, 202 p.

---

### **Information about the authors**

*Kotova, Ekaterina Il'ichna*, PhD of Geography, Director of North-West Branch, Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences (36, Nahimovskiy Prosp., Moscow, Russia, 117997), e-mail: ecopp@yandex.ru.

*Netsvetaeva, Olga Petrovna*, PhD of Geography, Junior Researcher, Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences (36, Nahimovskiy Prosp., Moscow, Russia, 117997), Leading Researcher, Russian Arctic National Park (36, Severnaya Dvina Emb., Arkhangelsk, Russia, 163051), e-mail: melob@bk.ru.

*Reshetnyak, Olga Sergeevna*, PhD of Geography, Senior Researcher, Hydrochemical Institute (198, Stachki Prosp., Rostov-on-Don, Russia, 344090), Associate Professor, Southern Federal University (42, Zorge Street, Rostov-on-Don, Russia, 344090), e-mail: olgare1@mail.ru.

### **Bibliographic description of the article**

*Kotova, E. I., Netsvetaeva, O. P., Reshetnyak, O. S.* Impact of the Lomonosov diamond deposit exploitation on the Zolotitsa River ecosystem. Arktika: ekologiya i ekonomika. [Arctic: Ecology and Economy], 2022, vol. 12, no. 2, pp. 191—199. DOI: 10.25283/2223-4594-2022-2-191-199. (In Russian).