

Дискуссионный клуб

Discussion club

УДК 553.411:504.37

<http://doi.org/10.21440/2307-2091-2024-3-115-123>

Оценка воздействия на водные биологические ресурсы и среду их обитания разработки месторождения россыпного золота реки Приточной Красноармейского района Приморского края

Вера Николаевна МАКАРОВА*
Владислава Эдуардовна МЫШКО**

Владивостокский государственный университет, Владивосток, Россия

Аннотация

В статье приведена оценка негативного воздействия на водные биологические ресурсы и среду их обитания при реализации технического проекта разработок месторождения россыпного золота реки Приточной Красноармейского района Приморского края, Россия.

Разработка месторождений россыпного золота в большинстве своем происходит в водоохраных зонах рек, что влечет за собой химическое, механическое, шумовое воздействие на водоем и снижает качество жизни гидробионтов. Поэтому техногенное воздействие на сообщества живых организмов и их среду обитания должно поддаваться оценке и расчетам для дальнейшего возмещения ущерба экосистеме и ее восстановления.

На данный момент при внедрении наиболее современных существующих проектных решений по добыче россыпного золота невозможно избежать либо устранить изменения естественного стока с поверхности водосборного бассейна, откуда река получает свое питание большую часть времени, и сокращения мест нагула гидробионтов. Негативное воздействие на биологические ресурсы реки Приточной и среду их обитания будет оказано за счет снижения общей продуктивности поймы реки и утраты естественного стока с деформированной поверхности водосборного бассейна. На основании этого рассчитан вред, нанесенный экосистеме, который измеряется в килограммах (биомасса ресурсов реки). Общие потери биоресурсов реки Приточной в результате намечаемой хозяйственной деятельности составят в натуральном выражении 465 кг. В качестве компенсационных мероприятий необходимо осуществить возмещение утраченного ихтиоцена в рамках действующего законодательства. Следует, помимо прочего, учитывать присутствующие в регионе технологии по искусственному воспроизведению водных биоресурсов, так как восстановление пострадавшей экосистемы сопровождается выпуском гидробионтов в водный объект для их дальнейшей адаптации.

Ключевые слова: расчет размера вреда, водные биоресурсы, золотодобыча, оценка негативного воздействия, компенсационные мероприятия.

Введение

Одной из наиболее важных проблем в мире является сложная экологическая обстановка, которая связана со значительным загрязнением компонентов естественной природной среды, а также их деградацией, зачастую нерациональным использованием природных ресурсов [1–7]. Увеличение уровня загрязнения окружающей природной среды, ухудшение экологической ситуации в регионах России, истощение природных ресурсов – все эти проблемы постепенно накапливаются, несмотря на активное изменение законодательной базы, ужесточение требований экологического законодательства, рост требований

в сфере экологического надзора, а также постепенное включение разнообразных организаций и предприятий в систему экологической экспертизы. В современных условиях все большую значимость приобретает проблема рационального природопользования, поскольку сейчас с каждым днем возрастает нагрузка на природные ресурсы, что приводит к их истощению либо загрязнению [8, 9].

Россия является одной из лидирующих стран по количеству запасов золотых месторождений [10–14]. Ввиду распространенности и развитости горнодобывающей промышленности она вносит существенный вклад в де-

✉ boyikova@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-0575-2901>

 <https://orcid.org/0000-0001-5873-1015>

градацию природной среды и загрязнение экосистем. Организациям, задействованным в отрасли, обязательно согласование деятельности с компетентными государственными органами, осуществляющими надзор в сфере природопользования, разработка проектов по соблюдению природоохранных мероприятий и их выполнение.

Разработка месторождений россыпного золота в большинстве своем происходит в водоохраных зонах рек, что влечет за собой химическое, механическое, шумовое воздействие на водоем и снижает качество жизни гидробионтов.

Актуальность темы обусловлена тем, что техногенное воздействие на сообщества живых организмов и их среду обитания должно поддаваться оценке и расчетам для дальнейшего возмещения ущерба и восстановления пострадавшей экосистемы.

Научная новизна исследования состоит в уникальности характеристик ихтиоценоза данного водного объекта и щадящем способе обработки месторождения, на основании которых будут производиться расчеты.

Цель работы состоит в оценке негативного воздействия разработки россыпного золота на реку Приточная и ее биоресурсы.

Задачи:

- определение факторов негативного воздействия на гидробионты в период производства работ в соответствии с представленными проектными решениями;
- исчисление размера вреда, причиненного водным биоресурсам и среде их обитания;
- предложение направления компенсационных мероприятий по восстановлению запасов водных биоресурсов реки Приточной, нарушенных в результате намечаемой хозяйственной деятельности.

Объектом исследования является разработка россыпного золота на месторождении реки Приточной, предметом – негативное воздействие производства на гидробионты.

В ходе исследования применялись такие методы, как анализ, синтез, дедукция, индукция, конкретизация и измерение.

Основная часть. Участок реки Приточной расположен в Красноармейском районе Приморского края. Река простирается вдоль автомагистрали Мельничное–Пластун. Геологические разведки данной местности проводятся с 1937 г. На сегодняшний день на участке водоохранной зоны реки выявлено месторождение россыпного золота, в 2024 г. планируется начало добычных работ.

Длина россыпи составляет 4,5 км. Горнотехнические условия благоприятны для открытой (карьерной) обработки месторождения. На основании технической документации можно отметить основные положения проекта: система разработки предполагается раздельная, транспортная; выемка золотоносных песков – экскаваторная; доставка песков на промывку (обогащение) транспортом; технологическая схема переработки песков – гидрогравитационная на скрубберных передвижных обогатительных комплексах барабанного типа с замкнутым циклом водоснабжения с применением шлюзов среднего и мелкого наполнения и приставок для улавливания мелкого и среднего золота.

Невозможно природоохранными мероприятиями полностью предотвратить негативное воздействие на окружающую среду, однако техническим проектом предусмотрено сведение рисков загрязнения и нарушения экосистемы к минимуму [1]. Работа обогатительного оборудования предполагается на оборотном водоснабжении с расположением хвостов обогащения в отработанном пространстве; по мере продвижения фронта работ будет строиться каскад отстойников, что обеспечит гарантированную очистку дренажных вод, просачивающихся через дамбы. Емкости отстойников заранее рассчитаны на достаточный объем во избежание их разрушения в период ливней. С целью предотвращения загрязнения естественных водотоков они будут отведены за пределы производства по нагорным каналам. Производство работ в русле не планируется, они будут вестись вдоль побережья, что исключит воздействие на дно водного объекта. Забор воды из реки не предусмотрен, поскольку водоснабжение будет осуществляться из искусственных водосборников. Планируется устройство септика для задержания и анаэробного сбраживания осадков хозяйственно-бытовых сточных вод с бытовых вагон-домов, что исключает загрязнение окружающей среды неочищенными стоками. Склад горюче-смазочных материалов будет располагаться на плотных суглинках вдали от водоохранной зоны для предотвращения просачивания нефтепродуктов в водный объект. Отходы производства в виде отвалов вскрышных пород и отвалов хвостов обогащения будут использоваться для строительства дамб и плотин различного назначения, внутрикарьерных дорог. По окончании добычных работ проводится рекультивация земель путем возвращения отходов в ранее выработанные пространства. Карьер и все элементы карьерной разработки являются некапитальными сооружениями, создаются на период проведения работ и подлежат ликвидации по истечении сроков их выполнения.

Для оценки воздействия необходимо охарактеризовать биоресурсы, местом обитания которых является река Приточная. Основные сообщества рыб в реке Приточной представлены синузией лососевых пород: острорылый и тупорылый ленок, нижеамурский и желтопятнистый хариус, сибирский таймень. Данные виды нерестятся в пойме и поэтому страдают в большей степени, чем псаммофилы лефуа, сибирский голец, голяны амурский, Лаговского и Чекановского, а также дальневосточная ручьевая минога. Голопланктон, обитающий в толще воды, отсутствует, как и постоянная кормовая база в виде фитопланктона, зообентос представлен амфибиотическими насекомыми. Следует отметить, что река не является местом зимовки: на холодный период рыбы скатываются в реку Большая Уссурка.

Расчет размера вреда водным биоресурсам от осуществления планируемой хозяйственной деятельности выполняется на основе исходных данных из «Технического проекта разработки и обследования реки Приточной на определение морфометрических, гидрологических и биологических показателей». Расчет проводится по «Методике определения последствий негативного воздействия при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства, внедрении новых

технологических процессов и осуществлении иной деятельности на состояние водных биологических ресурсов и среды их обитания и разработки мероприятий по устранению последствий негативного воздействия на состояние водных биологических ресурсов и среды их обитания, направленных на восстановление их нарушенного состояния», утвержденной приказом Федерального агентства по рыболовству Российской Федерации от 06.05.2020 г. № 238 (далее – Методика).

К негативным факторам воздействия на биоресурсы реки Приточной нельзя отнести утрату места зимовки, поскольку река таковой не является. Водозабор, вылов гидробионтов, воздействие на дно водного объекта и сбросы загрязняющих веществ не предполагаются в ходе работ, следовательно, невозможно рассчитать гибель кормовых организмов или молоди рыб при нарушении дна, использовании водных биологических ресурсов, заборе воды, а также гибель рыб, личинок, ранней молоди или снижение продуктивности фитопланктона в зонах повышенной концентрации взвешенных веществ ввиду исключения загрязнения. Однако при этом невозможно избежать, либо устранить изменения естественного стока с поверхности водосборного бассейна, откуда река получает свое питание большую часть времени, и сокращение мест нагула гидробионтов.

Соответственно, негативное влияние разработки россыпного золота на реку Приточную, на биоресурсы будет оказано за счет уменьшения общей рыбопродуктивности поймы и утраты естественного стока с деформированной поверхности водосборного бассейна, что и будет учитываться при расчетах.

Величина повышающего коэффициента, учитывающего длительность негативного воздействия намечаемой деятельности и восстановления до исходной численности, биомассы теряемых гидробионтов, в том числе их кормовой базы, в результате нарушения их условий обитания и воспроизводства, определяется по формуле 28 пункта 28 Методики:

$$\Theta = T + \sum K_{\text{б}(t=i)}, \quad (1)$$

где T – показатель длительности негативного воздействия, в течение которого не происходит восстановление водных биоресурсов и их кормовой базы в результате нарушения их воспроизводства и условий обитания, определяется количеством лет и (или) в долях года, принятого за единицу, вычисляется с точностью до второго знака после запятой. Длительность воздействия производства работ взята

за 3,3 года; $\sum K_{\text{б}(t=i)}$ – коэффициент длительности восстановления теряемых гидробионтов, определяемый как $K_{(t=i)} = 0,5 i$, где i равно числу лет с момента прекращения негативного воздействия. Длительность восстановления рыб, донных беспозвоночных, икры и ранней молоди с многолетним жизненным циклом, являющихся объектом вылова, отражает их максимальный возраст достижения половозрелости, что для рыб семейства лососевых составляет 7 лет.

Таким образом, повышающий коэффициент составляет 10,3.

Определение потерь гидробионтов в результате сокращения, перераспределения или утраты естественного стока с деформированной поверхности водосборного бассейна водного объекта в пределах водоохранной зоны рассчитывается по формуле 3 пункта 19 Методики:

$$N = P_{\text{уд}} (Q_1 + Q_2), \quad (2)$$

где $P_{\text{уд}}$ – удельная рыбопродуктивность объема водной массы, принятая равной 0,15 кг/тыс. м³ по Методике; Q_1 – объем безвозвратного водопотребления на технологические процессы, хозяйственно-бытовые нужды, и так как водозабор не предусмотрен проектными решениями, $Q_1 = 0$; Q_2 – потери (сокращение) объема водного стока с деформированной поверхности, тыс. м³, неизвестны, их следует рассчитать по формуле 3а пункта 19 Методики:

$$Q_2 = \Theta \times K \times W_{\text{стока}}, \quad (3)$$

где Θ – повышающий коэффициент, величина которого в результате расчетов составила 10,3; K – коэффициент глубины воздействия на поверхность; значения коэффициента вариативны, зависят от глубины воздействия работ, в данном случае величина составит 0,3, поскольку процесс разработки ископаемого предполагает работы только на поверхности водосборной площади; $W_{\text{стока}}$ – объем стока с нарушаемой поверхности, тыс. м³, определяемый по формуле 3b того же пункта.

В табл. 1 отображена корреляция между условиями технических работ и значением коэффициента.

$$W = \frac{M \cdot F \cdot 31,536 \cdot 10^6}{10^3 \cdot 10^3}, \quad (4)$$

где M – модуль стока, известен из технического проекта как 15 л/с × км²; F – площадь нарушаемой поверхности водосборного бассейна, также уточненная в проекте разработки, составляет 0,461 км²; $31,536 \times 10^6$ – количество секунд в году; $10^3 \times 10^3$ – показатель перевода литров в тысячи кубических метров.

Исчисление объема стока с нарушаемой поверхности по формуле (4) составляет 217,6 тыс. м³.

Так найдена составляющая потеря объема водного стока с деформированной поверхности, которые можно найти, применяя формулу (3)

Таблица 1. Коэффициенты глубины воздействия на поверхность

Table 1. Coefficients of depth of impact on the surface

Значение коэффициента	Условия
0,3	При глубине воздействия от 0 до 5 м
0,5	При глубине воздействия от 5 до 10 м; при устройстве полупроницаемых покрытий
0,9	При глубине воздействия более 10 м; при закрытии водонепроницаемыми покрытиями, объектами капитального строительства со стоком на рельеф
1	При полном безвозвратном изъятии стока

$$Q_2 = 217,6 \times 10,3 \times 0,3 = 672,384 \text{ тыс. м}^3. \quad (5)$$

Имеются данные, позволяющие применить формулу (2) для вычисления размера вреда, причиненного ихтиоцену при нарушении водосборной площади. Он составляет 100,9 кг.

Определение потерь водных биоресурсов вследствие негативного воздействия планируемой деятельности при утрате рыбохозяйственного значения поймы водного объекта следует искать по формуле 1 пункта 17 Методики:

$$N = P_0 \times S \times \Theta \times 10^{-3}, \quad (6)$$

где P_0 – биопродуктивность, кг/га ($\text{г}/\text{м}^2$); она является стандартной гидрологической характеристикой (на основании СП 529.1325800.2023 «Определение основных расчетных гидрологических характеристик»), рассчитывается в качестве доли от общей рыбопродуктивности поймы 7 кг/га (известной из рыбохозяйственной характеристики реки Приточной) с учетом времени затопления поймы исходя из уровней воды 10 % обеспеченности – 40 из 365 дней в году для рек Приморского края [2, 3]:

$$P_0 = \frac{40}{365} \cdot 7 = 0,767 \text{ г}/\text{м}^2; \quad (7)$$

S – площадь части водного объекта, утрачивающего рыбохозяйственное значение, в соответствии с проектными решениями 461 000 м^2 ; Θ – величина повышающего коэффициента, принятая за 10,3; 10^{-3} – множитель для перевода граммов в килограммы или килограммов в тонны.

Размер вреда от потерь рыбопродуктивности поймы, рассчитанный по формуле (6), составит:

$$N = 0,767 \times 461\,000 \times 10,3 = 364,1 \text{ кг}. \quad (8)$$

Итак, имея данные по утрате водных биологических ресурсов, можно предложить соответствующие восстановительные мероприятия. По ранее упомянутой Методике, компенсационные мероприятия представляют собой искусственное воспроизводство водных биоресурсов для восстановления их запасов и нарушенных мест их размножения, зимовки, нагула, путей миграции. В технический проект разработки изначально закладываются действия, направленные на возвращение участка производства до исходного состояния по окончании работ. Однако для восстановительных мероприятий в отношении водных биоресурсов предусматриваются отдельные расчеты ввиду специфики рыбохозяйственной отрасли. Меры по воссозданию потерянного ихтиоцена должны учитывать не только прогнозируемые размеры причиненного вреда, но и целесообразность выполнения мер, социально-экономических и других условий в районе намечаемой деятельности, наличия действующих или строящихся мощностей, технологий по искусственному воспроизводству водных биоресурсов в рыбохозяйственном бассейне.

Так, последствия негативного воздействия на водные биоресурсы Красноармейского района при реализации планируемых проектных решений предлагается устранить путем выпуска молоди кеты, которая является родственной обитающим в речном бассейне лососевым

породам, в водный объект, а именно в реку Приточную, в рамках проекта «Вырастим кету вместе» Приморского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения «Главное бассейновое водное управление по рыболовству и сохранению водных биологических ресурсов», предназначенного для восстановления популяции вида в приморских реках.

Исчисление объема компенсационного количества биоресурсов (так же, как и потери биоресурсов, рассчитывается в килограммах) производится для восполнения утрат ихтиоцена, обитаемого в затрагиваемом водотоке путем искусственного воспроизводства в заводских условиях дополнительных экземпляров молоди лососевых пород рыб (род *Тихоокеанские лососи*).

Подсчет количества личинок или молоди рыб, необходимого для восстановления нарушаемого состояния водных биоресурсов, посредством их искусственного воспроизводства выполняется по формуле 12 пункта 35 Методики:

$$N_m = \frac{N}{p \cdot K_1} \cdot 100, \quad (9)$$

где N – суммарные потери (размер вреда) водных биоресурсов, что с учетом произведенных ранее расчетов составляет:

$$N = 364,1 + 100,9 = 465 \text{ кг}; \quad (10)$$

P – средняя масса одной воспроизводимой особи водных биоресурсов в промысловом возврате, которая определяется исходя из соотношения самок и самцов 1 : 1. Средняя масса производителей кеты согласно приказу Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 30.01.2015 г. № 25 «Об утверждении Методики расчета объема добычи (вылова) водных биологических ресурсов, необходимого для обеспечения сохранения водных биологических ресурсов и обеспечения деятельности рыболовства в целях аквакультуры (рыбоводства)», составляет 3,5 кг; K_1 – величина пополнения промыслового запаса (промысловый возврат) в бассейне Японского моря (подзона Приморье), согласно приложению № 2 к приказу Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 31.03.2020 г. № 167 «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам», для кеты навеской 1,0 г составляет 0,8 %; 100 – число для перевода процентов в доли.

По формуле (9) расчет количества молоди кеты к воспроизводству и выпуску в реку Приточную в качестве восстановительных мероприятий определяется как

$$N_m = \frac{465}{3,5 \cdot 0,8} \cdot 100 = 16\,607 \text{ экз}. \quad (11)$$

Заключение

Таким образом, в процессе оценки негативного воздействия на водные биологические ресурсы и среду их обитания при разработке месторождения россыпного золота реки Приточной Красноармейского района были определены следующие факторы: снижение общей ры-

бопродуктивности поймы реки и утрата естественного стока с деформированной поверхности водосборного бассейна (изменится в процессе разработок).

В ходе расчетов было выявлено, что общие потери биоресурсов реки Приточной в результате намечаемой хозяйственной деятельности составят в натуральном выражении 465 кг.

Практическое значение оценки негативного воздействия заключается в расчете ущерба для экосистемы водного объекта, в соответствии с результатами которого в дальнейшем организация будет производить плату и компенсацию убытков, а также разработке компенсационных

мероприятий для реки Приточной. В качестве компенсационных мероприятий необходимо осуществить возмещение утраченного ихтиоцена в рамках действующего законодательства. С учетом присутствующих в регионе технологий по искусственному воспроизведению водных биоресурсов предлагается обращение за выпуском молоди кеты к Приморскому филиалу Федерального государственного бюджетного учреждения «Главное бассейновое водное управление по рыболовству и сохранению водных биологических ресурсов». Для осуществления компенсационных мероприятий по возмещению наносимого вреда необходимо произвести выпуск 16 543 экз. молоди (навеской до 1,0 г).

ЛИТЕРАТУРА

1. Eisler R., Wiemeyer S. N. Cyanide hazards to plants and animals from gold mining and related water issues // *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*. N. Y.: Springer New York, 2004. Vol. 183. P. 21–54. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9100-3_2; URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15369321>
2. Zhang J., Tian X., Chen W., Geng Y., Wilson J. Measuring environmental impacts from primary and secondary copper production under the upgraded technologies in key Chinese enterprises // *Environmental Impact Assessment Review*. 2022. Vol. 96. Article number 106855. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2022.106855>
3. Cairoli S. Effects of Gold Mining on the Environment // *Sciencing: Making Science Fun for All Ages*. 2022. URL: <https://sciencing.com/facts-5218981-effects-gold-mining-environment.html>
4. Koch M., Spierling S., Venkatachalam V., Endres H.-J., Owsianiak M., Veal E. B., Daffert C., Neureiter M., Fritz I. Comparative assessment of environmental impacts of 1st generation (corn feedstock) and 3rd generation (carbon dioxide feedstock) PHA production pathways using life cycle assessment // *Science of The Total Environment*. 2023. Vol. 863. Article number 160991. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160991>
5. Liu Y., Wei Y., Liu G., Fu B., Chen B., Zhang J., Gui L., Zhou H., Lu M. Fine chemical speciation and environmental impact capacity of trace elements with different enrichment levels in coal // *Science of The Total Environment*. 2023. Vol. 856. Part 1. Article number 158928. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158928>
6. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 18. Дальний Восток. Вып. 3. Приморье. Л.: Гидрометеиздат, 1972. 627 с.
7. Вырастим кету вместе // Приморский филиал ФГБУ «Главрыбвод». 2023. URL: <https://prybvod.ru/vyrastim-ketu-vmeste>
8. Гришин А. А., Косолапов А. И. История освоения, перспективы и проблемы разработки золоторудного месторождения Советское // *Известия вузов. Горный журнал*. 2024. № 2. С. 111–119. <https://doi.org/10.21440/0536-1028-2024-2-111-119>; <https://elibrary.ru/rvyhqx>
9. Гарнов А. П., Краснобаева О. В. Общие вопросы эффективного природопользования. М.: ИНФРА-М, 2023. 214 с.
10. Комащенко В. И., Голик В. И., Дребенштедт К. Влияние деятельности геологоразведочной и горнодобывающей промышленности на окружающую среду. М.: КДУ, 2010. 356 с.
11. Масштаб экологических последствий добычи россыпного золота в бассейне р. Амур / Е. А. Симонов [и др.] // Интернет-портал «ЭкоДело». URL: https://ecodelo.org/18010-masshtab_ekologicheskikh_posledstviy_dobychi_rossypnogo_zolota_v_basseine_r_amur-okhrana_okruz
12. Радомская В. И., Радомский С. М. Анализ влияния предприятий золотодобычи на состояние водных ресурсов // *Изв. СамНЦ РАН*. 2014. Т. 16. № 1(3). С. 920–923. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-vliyaniya-predpriyatij-zolotodobychi-na-sostoyanie-vodnyh-resursov>
13. Россыпное золото и его добыча: этика, экология и проблемы // *Добывающая промышленность*. 2022. URL: <https://dprom.online/metalls/rossypnoe-zoloto-i-ego-dobycha/>
14. Денисова Н. А., Хайрятдинов Р. К. История разработки Кочкарского месторождения золота // *Известия ТулГУ. Науки о Земле*. 2020. Вып. 1. С. 211–227.

Статья поступила в редакцию 03 июня 2024 года

Assessment of the negative impact on aquatic biological resources and their habitat of placer gold deposit development on the Pritochnaya River in the Krasnoarmeysky district of Primorsky Krai

Vera Nikolaevna MAKAROVA*

Vladislava Eduardovna MYSHKO**

Vladivostok State University, Vladivostok, Russia

Abstract

This article provides an assessment of the negative impact on aquatic biological resources and their habitat during the implementation of the technical project for the development of the placer gold deposit of the Pritochnaya River in the Krasnoarmeysky District of Primorsky Krai, Russia.

The development of placer gold deposits mostly occurs in the water protection zones of rivers, which entails chemical, mechanical, and noise impacts on the reservoir and reduces the quality of life of aquatic organisms. Therefore, the man-made impact on communities of living organisms and their habitat should be subject to assessment and calculations for further compensation for damage to the ecosystem and its restoration.

At the moment, when implementing the most modern existing design solutions for the extraction of placer gold, it is impossible to avoid or eliminate changes in the natural runoff from the surface of the catchment area, from where the river receives its nutrition most of the time, and the reduction of feeding grounds for aquatic organisms.

The negative impact on the biological resources of the Pritochnaya River and their habitat will be due to a decrease in the overall productivity of the river floodplain and the loss of natural runoff from the deformed surface of the catchment area. Based on this, the damage caused to the ecosystem was calculated, which is measured in kilograms (biomass of the river's resources). The total loss of bioresources of the Pritochnaya River as a result of the planned economic activity will amount to 465 kg in kind. As compensation measures, it is necessary to compensate for the lost ichthyocene within the framework of current legislation. Among other things, it is necessary to take into account the technologies for the artificial reproduction of aquatic bioresources present in the region, since the restoration of the damaged ecosystem is accompanied by the release of hydrobionts into the water body for their further adaptation.

Keywords: calculation of the damage amount, aquatic biological resources, gold mining, negative impact assessment, compensation measures.

REFERENCES

1. Eisler R., Wiemeyer S. N. 2004, Cyanide hazards to plants and animals from gold mining and related water issues. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*. N. Y.: Springer New York, vol. 183, pp. 21–54. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9100-3_2; URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15369321>
2. Zhang J., Tian X., Chen W., Geng Y., Wilson J. 2022, Measuring environmental impacts from primary and secondary copper production under the upgraded technologies in key Chinese enterprises. *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 96, article number 106855. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2022.106855>
3. Cairoli S. 2022, Effects of Gold Mining on the Environment. *Sciencing: Making Science Fun for All Ages*. URL: <https://sciencing.com/facts-5218981-effects-gold-mining-environment.html>
4. Koch M., Spierling S., Venkatachalam V., Endres H.-J., Owsianiak M., Veá E. B., Daffert C., Neureiter M., Fritz I. 2023, Comparative assessment of environmental impacts of 1st generation (corn feedstock) and 3rd generation (carbon dioxide feedstock) PHA production pathways using life cycle assessment. *Science of the Total Environment*, vol. 863, article number 160991. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160991>
5. Liu Y., Wei Y., Liu G., Fu B., Chen B., Zhang J., Gui L., Zhou H., Lu M. 2023, Fine chemical speciation and environmental impact capacity of trace elements with different enrichment levels in coal. *Science of the Total Environment*, vol. 856, part 1, article number 158928. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158928>
6. 1972, Resources of Surface Waters of the USSR. Vol. 18. The Far East. Issue 3. Primorye. Leningrad, 627 p. (*In Russ.*)
7. 2023, Let's grow chum salmon together. Primorsky Branch of FGBU "Glavrybvod". (*In Russ.*) URL: <https://prybvod.ru/vyrastim-ketu-vmeste>
8. Grishin A. A., Kosolapov A. I. 2024, History, problems and future development of the Sovetsky gold ore deposit. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Gornyi zhurnal [Minerals and Mining Engineering]*, no. 2, pp. 111–119. (*In Russ.*) <https://doi.org/10.21440/0536-1028-2024-2-111-119>; <https://elibrary.ru/rvyhqx>
9. Garnov A. P., Krasnobaeva O. V. 2023, General issues of effective environmental management. Moscow, 214 p. (*In Russ.*)
10. Komashchenko V. I., Golik V. I., Drebenstedt K. 2010, The impact of the activities of the exploration and mining industry on the environment. Moscow, 356 p. (*In Russ.*)
11. Simonov E. A. et al. The scale of the ecological consequences of placer gold mining in the Amur River basin. *Ecodelo*. (*In Russ.*) URL: https://ecodelo.org/18010-masshtab_ekologicheskikh_posledstviy_dobychi_rossypnogo_zolota_v_basseine_r_amur-okhrana_okruz

✉ boyikova@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-0575-2901>

 <https://orcid.org/0000-0001-5873-1015>

12. Radomskaya V. I., Radomskiy S. M. 2014, Analysis of gold mining enterprises influence on the state of water resources. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossijskoy akademii nauk* [Izvestiya of the Samara scientific centre of the Russian academy of science], vol. 16, no. 1(3), pp. 920–923. (In Russ.) URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-vliyaniya-predpriyatij-zolotodobychi-na-sostoyanie-vodnyh-resursov>
13. 2022, Placer gold and its mining: ethics, ecology and issues. *Dobyvayushchaya promyshlennost'* [Mining Industry]. (In Russ.) URL: <https://dprom.online/metalls/rossypnoe-zoloto-i-ego-dobycha/>
14. Denisova N. A., Khairyatdinov R. K. 2020, History of development of the Kochkar gold deposit. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle* [News of Tula State University. Earth Sciences], issue 1, pp. 211–227. (In Russ.)

The article was received on June 03, 2024