

О ВОЗДЕЙСТВИИ РУДНИКА «ХОЛБИНСКИЙ» НА КОМПОНЕНТЫ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ВОСТОЧНОГО САЯНА

О. А. Иванова, А. В. Дмитриева

On the impact of the "Holbinsky" mine on the components of the natural environment of the Eastern Sayan

O. A. Ivanova, A. V. Dmitrieva

Traditional approaches to the problem of rational use of natural resources have undergone radical changes in recent years, as, due to increasing pollution and resource depletion, a thorough reassessment of existing concepts and priorities became necessary. To this end, the authors conducted the research on the impact of the mining industry (the "Kholbinsky" mine) on the ecosystems of the Eastern Sayan. The "Kholbinsky" mine is located at an altitude of 1965–2270 m above sea level, in the basins of the small rivers Samarta, Zun-Holba and Barun-Holba, which are tributaries of the rivers Kitoya and Urik. The mine has three industrial sites: the Samarta industrial site with a shift camp, the Zun-Holba industrial site, also with a shift camp, and mining operation sites. The main site for processing ore and extracting gold is the Samarta industrial site, which includes a gold recovery factory (GRF), a hydrometallurgy workshop, a garage with an open parking lot, a concrete mixing plant, a carpentry workshop, ore and coal warehouses, a slag dump from a boiler house, a diesel power plant, an auxiliary production - smithy, welding sectors, a tailing pit for flotation tailings and a tailing pit for sorption tailings. An auxiliary production and heating boiler-houses are located on the Zun-Holba industrial site. The mining mass (ores and rocks) delivery to the surface and the rock storing to dumps takes place on mining operation sites. The authors reveal long-term impact of harmful substances emissions into the atmosphere, and provide the main factors contributing to the accumulation of harmful impurities in the ground air layer. One of indicators of the state of the aquatic environment is the state of fish and chironomids larvae in water bodies, so the authors evaluated the fish production parameters for the watercourses of the Samarta River. The study also showed that the field surface in the process of geological prospecting and mining operations became disturbed by numerous ditches, trenches, adits, drilled wells, and due to that the focal aboriginal vegetation mostly disappeared. In soils and bottom sediments, the content of heavy metals is below background levels. To minimize damage to natural systems, it is necessary to develop and implement new technologies for gold mining.

Keywords: components of the natural environment; mining operations; environment; dumps; ecosystem; mining industry; hydrometallurgy workshop; waste; tailing pit; heavy metals.

Традиционные подходы к проблеме рационального использования природных ресурсов претерпели в последние годы коренные изменения, когда в результате увеличения масштабов загрязнения и истощения ресурсов возникла необходимость в тщательной переоценке существующих концепций и приоритетов. С этой целью проведены исследования воздействия горнодобывающей промышленности (рудник «Холбинский») на экосистемы Восточного Саяна. Рудник «Холбинский» расположен на высоте 1965–2270 м над уровнем моря, в бассейнах малых рек Самарты, Зун-Холбы и Барун-Холбы, являющихся притоками рек Китоя и Урика, имеет три промышленных площадки: промплощадка Самарта с вахтовым поселком, промплощадка Зун-Холба также с вахтовым поселком и участки горных работ. Основной площадкой по переработке руды и извлечению золота является промплощадка Самарта, которая включает в себя золотоизвлекательную фабрику (ЗИФ), цех гидрометаллургии, гараж с открытой автостоянкой, бетонорастворный узел, столярный цех, склады руды и угля, отвал шлака от котельной, дизельную электростанцию, вспомогательное производство – кузницу, сварочные участки, хвостохранилище хвостов флотации и хвостохранилище хвостов сорбции. На промплощадке Зун-Холба размещаются вспомогательное производство и отопительные котельные. На участках горных работ производится выдача на поверхность горной массы (руды и породы), складирование породы в отвалы. Выявлено длительное воздействие выбросов вредных веществ в атмосферу, приведены основные факторы, способствующие накоплению вредных примесей в приземном слое воздуха. Одним из индикаторов состояния водной среды является состояние рыбы и личинок хиромида в водоемах, для этого проведена оценка рыбопродукционных параметров водотоков бассейна р. Самарта. Исследования показали, что поверхность месторождения в процессе геологоразведочных и добычных горных работ нарушена многочисленными канавами, траншеями, штольнями, разбурена скважинами, в результате чего на ее большей части исчезла очаговая аборигенная растительность. В почвах и донных отложениях содержания тяжелых металлов ниже фоновых. Для минимизации ущерба природным системам необходимо разрабатывать и внедрять новые технологии добычи золота.

Ключевые слова: компоненты природной среды; горные работы; окружающая среда; отвалы; экосистема; горнорудное производство; цех гидрометаллургии; отходы; хвостохранилище; тяжелые металлы.

Традиционные подходы к проблеме рационального использования природных ресурсов претерпели в последние годы коренные изменения, когда в результате увеличения масштабов загрязнения и истощения ресурсов возникла необходимость в тщательной переоценке существующих концепций и приоритетов. Рациональное использование природных ресурсов современным обществом предполагает предотвращение или, по крайней мере, значительное смягчение нежелательных последствий деятельности человека. Источники загрязнения и последствия их для окружающей человека среды соединены между собой цепочкой причинно-следственных свя-

зей, которые можно разбить на следующие элементы [1–6]:

- выброс загрязнителей или выброс отходов в окружающую среду;
- дисперсия и концентрация загрязнителей в различных экосистемах;
- изменение качества окружающей среды и влияние этого изменения на здоровье человека и состояние биологического разнообразия.

При бесспорном отрицательном воздействии горнодобывающих предприятий на окружающую среду очевиден тот факт, что перечень и объем природоохранных мероприятий при отработке месторождений разных типов и в различных природно-климатических условиях должен существенно отличаться.

Рудник «Холбинский» расположен на высоте 1965–2270 м над уровнем моря, в бассейнах малых рек Самарты, Зун-Холбы и Барун-Холбы, являющихся притоками рек Китоя и Урика, имеет три промышленных площадки: промплощадка Самарта с вахтовым поселком, промплощадка Зун-Холба также с вахтовым поселком и участки горных работ.

Основной площадкой по переработке руды и извлечению золота является промплощадка Самарта, которая включает в себя золотоизвлекательную фабрику (ЗИФ), цех гидрометаллургии, гараж с открытой автостоянкой, бетонорастворный узел, столярный цех, склады руды и угля, отвал шлака от котельной, дизельную электростанцию, вспомогательное производство – кузницу, сварочные участки, хвостохранилище хвостов флотации и хвостохранилище хвостов сорбции. На промплощадке Зун-Холба размещаются вспомогательное производство и отопительные котельные.

На участках горных работ производится выдача на поверхность горной массы (руды и породы), складирование породы в отвалы. Загрязненный воздух от проветривания подземных горизонтов выбрасывается в атмосферу через шахты. Показатели объема выбросов вредных веществ в атмосферу по всем промплощадкам рудника приведены в табл. 1.

Расчеты рассеивания вредных веществ в атмосфере показали, что на промплощадке Самарта в настоящее время наблюдается высокое загрязнение атмосферы выбросами оксидов азота, пыли древесной, пыли неорганической, свинца. Кроме того, фактором суммации вредного воздействия обладают диоксиды азота и серы, фтористый водород, пыль цементная, оксид угле-

Таблица 1. Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу в результате деятельности рудника «Холбинский».

Вещество	ПДКсс. мр, мг/м	ПДКсс. ОБУВ*, мг/м	Класс опасности
Углеводороды	1,0	–	IV
Оксид углерода	5,0	3,0	IV
Диоксид серы	0,5	0,05	III
Зола древесная	0,5	0,3	III
Пыль угольная	0,5	0,3	III
Взвешенные вещества	0,5	0,3	III
Зола угольная	0,3	0,1	III
Пыль цементная	0,3	0,02	III
Пыль неорганическая (20–70 % SiO ₂)	0,3	0,1	III
Сажа	0,15	0,05	III
Пыль древесная	–	1,0*	III
Диоксид азота	0,085	0,04	III
Оксид азота	0,4	0,06	III
Кальция оксид	–	0,3*	–
Кальция гипохлорид	–	0,1*	–
Кислота соляная	0,2	0,2	III
Гексан	60	–	IV
Натрия гидроксид	–	0,01*	–
Железа оксид	–	0,04	III
Кислота серная	0,3	0,1	II
Акролеин	0,03	0,03	II
Натрия карбонат	–	0,04	–
Натрия тетраборат	–	0,02*	–
Пыль неорганическая SiO ₂ >70 %	0,15	0,05	III
Марганец и его соединения	0,01	0,001	II
Фтористый водород	0,02	0,005	II
Зола мазутная	–	0,002	I
Мышьяк и его соединения	–	0,003	II
Водород цианистый	–	0,01	II
Свинец и его соединения	0,001	0,003	I
Бенз/а/пирен	–	1	I

рода, кислота серная, диоксид серы. Источниками, определяющими степень загрязнения, являются отопительные котельные на промплощадке, дробильное отделение ЗИФ и столярный цех. Ввиду увеличения выбросов в атмосферу от перечисленных источников в связи с ростом производительности рудника предусмотрены мероприятия по пылеочистке.

Оценка длительного воздействия выбросов вредных веществ в атмосферу от деятельности горнорудного производства определяется прежде всего размерами зоны влияния предприятий, интенсивностью загрязнения атмосферного воздуха той или иной территории в этой зоне. Кроме того, нужно учесть ответную реакцию экосистемы, основываясь на данных по розе ветров, метеорологическом потенциале рассеивающей способности атмосферы (МПА) и массе выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ.

Одним из основных факторов, способствующих накоплению вредных примесей в приземном слое воздуха, является повторяемость скорости ветра 0–1 м/с. Эффект накопления загрязняющих примесей усиливают туманы. В течение всего года преобладают ветры северо-западного направления, которые имеют повторяемость летом 15 % и зимой 19 %. В летнее время возрастает повторяемость ветров восточного, юго-восточного, южного направлений (до 8–12 %). Средняя скорость ветра достигает максимальных значений (3,9 м/с) в апреле, минимальных – в июле (2,0 м/с). Наибольшую повторяемость в течение года имеют малые скорости ветра (от 0 до 3 м/с), являющиеся неблагоприятными для рассеивания выбросов. В среднем за год в районе Холбинского рудника отмечается 13 дней с туманом, чаще всего туманы наблюдаются в июле–августе (3–4 дня), а в зимнее время (ноябрь–апрель) в сумме составляют 1 день. Общая повторяемость инверсий в течение года составляет 80–90 %. Антици-

клонический характер погоды в зимний период обуславливает наличие большого числа штилей. При этом предлагается считать повторяемость дней с сильным ветром, способным вынести вредные примеси из очага загрязнения, а также повторяемость дней с осадками, которые путем вымывания очищают атмосферный воздух (табл. 2). Установлено, что скорость ветра, способная вынести вредные вещества из очага загрязнения, должна быть не менее 6 м/с [2, 3, 7].

Хорошим индикатором состояния водной среды является состояние рыбы в водоемах [8]. Разработка Зун-Холбинского месторождения уже оказывает определенное негативное влияние на экологическое состояние и рыбохозяйственную обстановку не только этих рек, но и на весь бассейн р. Китой.

Оценка рыбопродукционных параметров водотоков бассейна р. Самарта показала, что наблюдаемая рыбопродуктивность как по минимуму, так и по максимуму не выходит за пределы значений, характерных для водотоков аналогичного типа в Восточной Сибири (бассейн рек Лены, Ангары, Витима, оз. Байкал) и колеблется в пределах 6,95–7,06 кг/га. Численность рыб (в основном хариуса) в р. Самарта обуславливается в настоящее время только естественными факторами. В этих реках отмечается наличие основных представителей горной и предгорной ихтиофауны в р. Самарте и озерах долины (хариус, голянь, голец-усан) и фактически полное их отсутствие в бассейне р. Зун-Холбо, причем в последнем случае опросные данные полностью соответствовали наблюдаемым.

Для определения численности популяции восточносибирского хариуса бассейна р. Самарты были использованы фактические данные по скорости роста данного вида, отловленного на различных участках реки. Исследованиями были охвачены участки основного русла р. Самарта (протяженностью 15 км)

Таблица 2. Основные климатические показатели по данным метеостанции Орлик.

Характеристика	Показатели по месяцам												Годовые
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Средняя месячная и годовая температура воздуха, °С	-24,1	-20,6	-12,3	-3,2	-4,6	11,1	13,2	10,7	4,0	-4,1	-14,8	-22,2	-4,8
Средний из абсолютных минимумов температуры воздуха, °С	-41	-40	-35	-24	-14	-6	-1	-4	-12	-24	-34	-41	-42
Средняя месячная и годовая температура поверхности почвы, °С	-29	-24	-15	-1	10	16	19	15	6	-4	-19	-27	-4
Среднее месячное и годовое количество осадков, мм	2	2	5	12	28	54	94	77	34	12	4	2	326
Средняя месячная и годовая скорость ветра, м/с	1,2	1,2	1,5	1,8	1,8	1,2	0,9	0,8	0,9	1,2	1,2	1,3	1,3
Средняя месячная и годовая упругость водяного пара, гПа	0,8	0,9	1,6	2,7	4,5	7,7	10,4	9,2	5,6	3,1	1,5	0,9	4,1
Средняя месячная и годовая относительная влажность воздуха, %	77	72	66	59	58	65	76	78	73	71	74	77	71

и р. Зун-Холбо (протяженностью 11 км). На всем протяжении маршрута экспедицией в р. Самарте было установлено 3 пробных станции, на которых собирался ихтиологический материал, и отобрано 5 гидробиологических проб. На р. Зун-Холбо были отобраны 4 гидробиологические пробы и одна проба была взята в р. Холбо. По их данным, в р. Самарта практически на всем ее протяжении отмечено почти полное преобладание личинок насекомых: поденок, веснянок, ручейников, двукрылых, которые характерны для незагрязненных водотоков, хотя соотношение их форм колеблется в зависимости от характера биотопов. На заиленных песках р. Самарты были обнаружены малощетинковые черви. Эти олигохеты активно участвуют в переработке донных отложений, очищая их от органических загрязнений, и выступают как естественный биологический фильтр. Следовательно, деятельность этих малощетинковых червей способствует улучшению качества воды.

Очень интересная картина предстает на участках наблюдения в р. Зун-Холбо. Здесь на верхней части реки обнаружено много личинок хироидов, преимущественно оксифильные, реофильные виды, характерные для незагрязненных вредных веществ рек. Но уже на участке деятельности промышленной площадки Зун-Холбо происходит их выпадение, что свидетельствует о существенном загрязнении воды реки. В целом средние численность N и биомасса B донных организмов составили: для р. Самарта N – 707 экз./м²; B – 3,718 г/м²; для руч. Зун-Холбо N – 836 экз./м².

Таким образом, видовой состав бентоса и его количественные показатели р. Самарты и р. Зун-Холбо свидетельствуют, что наблюдаемые в настоящее время антропо- и техногенные параметры прессы на рассматриваемые водотоки пока не носят резко отрицательный характер, а их воздействие можно оценить как локальное и умеренно негативное.

Основное значение для благополучия рыбохозяйственной обстановки имеет гидрохимическое состояние водотока. Систематические наблюдения за химическим составом поверхностных вод Холбинского месторождения не проводились. В разное время здесь были выполнены разовые отборы проб воды Министерством природных ресурсов Республики Бурятия (1991–1996) и Институтом общей и экспериментальной биологии СО РАН (1996). Наиболее полно гидрохимический фон водных объектов месторождения был исследован в 1990 г. геохимической партией Центральной геологической экспедиции «Бурятгеология» под руководством Э. Ф. Жбанова.

Площадки рудника расположены в зоне сплошного развития многолетней мерзлоты, мощность которой (по наблюдениям в штольнях рудника) достигает 300 м. Почвенно-растительный слой очагового распространения маломощный – 0,1–0,2 м, редко достигает 0,5 м.

Склоны гор покрыты каменистыми россыпями с участками мохово-лишайниковой растительности и редкими кустарни-

ками. В результате нарушения мохово-растительного покрова могут развиваться процессы термокарста, ветровой и водной эрозии, оврагообразования. Поэтому при ведении строительных работ предусматривалось сохранение почвенно-растительного покрова, исключалась корчевка пней, а отсыпка всех площадок, автодорог, установка опор ЛЭП и подсыпка под инженерные коммуникации выполнялись преимущественно в зимнее время [9].

На ЦГМ и ЗИФ Зун-Холбинского месторождения хвосты сорбции и флотации имеют небольшую часть твердых отходов, так как жидкая фаза работает в замкнуто-оборотном цикле. Твердая фаза хвостов идет на доизмельчение золота. Большую часть отвалов составляет масса пустой породы. Также значительны отходы от столярного производства.

Поверхность месторождения в процессе геологоразведочных и добычных горных работ нарушена многочисленными канавами, траншеями, штольнями, разбурена скважинами, в результате чего на ее большей части исчезла очаговая аборигенная растительность.

Согласно исследованиям НИО РАН, установлено, что в почвах и донных отложениях содержания ртути, вольфрама, мышьяка, марганца, меди, кадмия ниже фоновых; повышенные содержания хрома, никеля, кобальта в бассейне руч. Скалистого образуют природный ореол загрязнения; содержания металлов в почвах и донных отложениях р. Самарта не превышают фоновых [10, 11].

Сбор отходов предприятия ведется отдельно по видам, классам опасности и другим признакам, которые могут оказать влияние на условия их размещения.

Для складирования производственных и твердых бытовых отходов вблизи поселков Зун-Холба и Самарта организованы специально оборудованные полигоны. Конструкция и условия эксплуатации полигонов исключают загрязнение почвы и затопление их атмосферными осадками.

На полигоне производственных отходов пос. Зун-Холба складировались производственные отходы III и IV классов опасности: отработанные автошины, строительный мусор, золошлаковые отходы, не использованные при ремонте дорог [11].

На полигоне ТБО пос. Зун-Холба совместно с бытовым мусором складировалась невозвратная деревянная и бумажная тара.

На полигоне производственных отходов пос. Самарта складировались производственные отходы III и IV классов опасности: неиспользованные в ремонте отработанные аккумуляторы, автошины, золошлаковые отходы, не использованные при ремонте дорог.

На полигоне ТБО пос. Самарта совместно с бытовым мусором складировались строительный мусор, тигли магnezитовые и шамотные, шлаки плавильного производства, невозвратная деревянная и бумажная тара.

Пустые породы складировались в отвалы и частично используются для строительства и ремонта дорог, а также для закладки выработанного пространства в очистных подземных выработ-

ках; хвосты флотации обогатительной фабрики – в хвостохранилище, осадки газоочистки – в хвостохранилище флотации; угольная крошка сжигается в котельной. Отработанные масла собираются в емкости для дальнейшего использования в качестве топлива в стационарной котельной вахтового поселка Зун-Холба. Древесные отходы цеха деревообработки полностью используются в строительстве, для приготовления компоста и в котельных [9].

Общий земельный фонд Окинского района составляет 2599,8 тыс. га. Из них более 92 % – земли лесного фонда. Общий запас древесины составляет 1127,2 млн м³. До последних лет Окинский район не знал промышленной вырубки леса, древесина использовалась только для внутренних нужд в качестве топлива и строительного материала [9].

Однако с разработкой Холбинского рудника леса начали вырубаться в крупных масштабах. Отсюда следует, что почвы подвергаются большому негативному влиянию. Это может привести к образованию крупных очагов ветровой эрозии.

Экологическая ситуация, сложившаяся на руднике, позволяет при нормальной эксплуатации водоохраных сооружений исключить загрязнение поверхностных и подземных вод выше ПДК, а организационные мероприятия дают возможность постоянно контролировать обстановку на объектах.

Проводимые рудником «Холбинский» мероприятия по снижению ущерба почвенно-биотическому комплексу дают возможность оценивать возможности и время его реабилитации в зоне техногенных нарушений. При этом следует отметить, что согласно проведенным полевым исследованиям на разновозрастных отвалах процессы восстановительных сукцессий протекают достаточно медленно. Следовательно, об их восстановлении в виде зонально-пооясного облика растительного покрова не должно быть и речи. Восстановительный реабилитационный процесс может быть возобновлен только при проведении специальных биорекультивационных работ. Самовосстановление почвенного покрова будет происходить очень долго вслед за растительными сукцессиями.

Таким образом, влияние рудника «Холбинский» на экологическое состояние компонентов природной среды при соблюдении правил и требований природоохранных мероприятий будет умеренно негативным или локальным, но не вызывающим необратимых изменений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арманд А. Д. Критические состояния геосистем // Экосистемы в критических состояниях. М.: Наука, 1989. С. 23–31.
2. Копанев И. Д., Швер Ц. А. Прикладные аспекты использования климатической и гидрологической информации для Сибири и Дальнего Востока: науч.-справ. пособие. Л.: Гидрометеоиздат, 1991. 368 с.
3. Методические рекомендации о порядке разработки и осуществления промышленными предприятиями мероприятий по временному сокращению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в период неблагоприятных метеорологических условий. Новосибирск, 1986. 42 с.
4. Плюснин В. М. Закономерности строения и развития горных ландшафтов Прибайкалья // География и природные ресурсы. 1997. № 1. С. 69–76.
5. Плюснин В. М. Ландшафтный анализ горных территорий (на примере Прибайкалья): автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. Иркутск, 2000. 40 с.
6. Грин А. М., Ключев Н. Н., Утекин В. Д. и др. Принципы и методы геосистемного мониторинга. М.: Наука, 1989. 168 с.
7. Гальперин В. Н. Защита атмосферы от пылегазовых выбросов горнохимических предприятий. М.: Недра, 1984. 117 с.
8. Плюснин В. М. О нарушении естественных ландшафтов Предбайкалья // География и природные ресурсы. 1994. № 1. С. 22–28.
9. Иванова О. А., Иметкенов А. Б. Трансформация горных геосистем Восточного Саяна. Улан-Удэ: Изд-во Бурят. госуниверситета, 2011. 135 с.
10. Выркин В. Б., Белозерцева И. А., Шеховцов А. И., Алешина И. Н., Кичигина Н. В. Состояние природной среды и экологические проблемы Окинской

котловины (Восточный Саян) // Вестник Семипалатинск. госуд. ун-та. 2014. № 1 (65). С. 104–115.

11. Иванова О. А. Оценка влияния золотодобывающего производства на горные геосистемы Восточного Саяна: автореф. ... дис. канд. географ. наук. Улан-Удэ: БГУ, 2004. 24 с.

12. Золотодобывающая промышленность (история открытия и освоения месторождений, состояние и проблемы развития добывающих предприятий) / П. А. Рошчектаев [и др.]. Улан-Удэ, 2007. 332 с.

REFERENCES

1. Armand A. D. 1989, *Kriticheskie sostoyaniya geosistem* [Critical states of geosystems]. *Ekosistemy v kriticheskikh sostoyaniyakh* [Ecosystems in critical conditions], Moscow, pp. 23–31.
2. Kopanev I. D., Shver Ts. A. 1991, *Prikladnye aspekty ispol'zovaniya klimaticheskoy i gidrologicheskoy informatsii dlya Sibiri i Dal'nego Vostoka: nauch.-sprav. posobie* [Applied aspects of the use of climatic and hydrological information for Siberia and the Far East: a scientific reference book], Leningrad, 368 p.
3. 1986, *Metodicheskie rekomendatsii o poryadke razrabotki i osushchestvleniya promyshlennymi predpriyatiyami meropriyatiy po vremennomu sokrashcheniyu vybrosov zagryaznyayushchikh veshchestv v atmosferu v period neblagopriyatnykh meteorologicheskikh usloviy* [Methodical recommendations on the procedure for the development and implementation by industrial enterprises of measures to temporarily reduce emissions of pollutants into the atmosphere during unfavorable weather conditions], Novosibirsk, 42 p.
4. Plyusnin V. M. 1997, *Zakonomernosti stroeniya i razvitiya gornykh landshaftov Pribaykal'ya* [Regularities in the structure and development of mountain landscapes of the Baikal region]. *Geografiya i prirodnye resursy* [Geography and Natural Resources], no. 1, pp. 69–76.
5. Plyusnin V. M. 2000, *Landshaftnyy analiz gornykh territoriy (na primere Pribaykal'ya): avto-ref. dis. ... d-ra geogr. nauk* [The Landscape analysis of mountain territories (on an example of Pribaikalye): the author's abstract of the dissertation of the doctor of geographical sciences], Irkutsk, 40 p.
6. Grin A. M., Klyuev N. N., Utekhin V. D. et al. 1989, *Printsipy i metody geosistemnogo monitoringa* [Principles and methods of geosystem monitoring], Moscow, 168 p.
7. Gal'perin V. N. 1984, *Zashchita atmosfery ot pyl'egazovykh vybrosov gornokhimicheskikh predpriyatiy* [Protection of the atmosphere from dust and gas emissions of mining and chemical enterprises], Moscow, 117 p.
8. Plyusnin V. M. 1994, *O narushennosti estestvennykh landshaftov Predbaykal'ya* [On the disturbance of the natural landscapes of the Pre-Baikal region]. *Geografiya i prirodnye resursy* [Geography and Natural Resources], no. 1, pp. 22–28.
9. Ivanova O. A., Imetkhenov A. B. 2011, *Transformatsiya gornykh geosistem Vostochnogo Sayana* [Transformation of the mountain geosystems of the Eastern Sayan]. Ulan-Ude, 135 p.
10. Vyrkin V. B., Belozertseva I. A., Shekhovtsov A. I., Alezhina I. N., Kichigina N. V. 2014, *Sostoyaniya prirodnoy sredy i ekologicheskie problemy Okinskoj kotloviny (Vostochnyy Sayan)* [The state of the natural environment and environmental problems of the Oka depression (East Sayan)]. *Vestnik Semipalatinsk. gosud. un-ta* [Bulletin of Semipalatinsk State University], no. 1(65), pp. 104–115.
11. Ivanova O. A. 2004, *Otsenka vliyaniya zolotodobyvayushchego proizvodstva na gornye geosistemy Vostochnogo Sayana: avto-ref. ... dis. kand. geograf. nauk* [Estimation of influence of gold mining on mountain geosystems of the Eastern Sayan: the author's abstract of the thesis of the candidate of geographical sciences], Ulan-Ude, 24 p.
12. Roshchektaev P. A. et al. 2007, *Zolotodobyvayushchaya promyshlennost' (istoriya otkrytiya i osvoeniya mestorozhdeniy, sostoyaniye i problemy razvitiya dobyvayushchikh predpriyatiy)* [The gold mining industry (the history of discovery and development of deposits, the state and problems of development of extractive enterprises)], Ulan-Ude, 332 p.

Оксана Алексеевна Иванова,
oksali@yandex.ru

Анфиса Валерьевна Дмитриева
Бурятский государственный университет
Россия, Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а

Oksana Alekseevna Ivanova,
oksali@yandex.ru

Anfisa Valer'evna Dmitrieva
Buryat State University
Ulan-Ude, Russia