



Серия «Науки о Земле»
2010. Том 3, № 2. С. 35–49
Онлайн-доступ к журналу:
<http://isu.ru/izvestia>

ИЗВЕСТИЯ
*Иркутского
государственного
университета*

УДК: 528.94+553.411

Экологическое картографирование в горнодобывающих районах (на примере старейших районов золотодобычи в Иркутской области)

В. М. Белоусов (kartograf@geogr.isu.ru),
Л. Ф. Матвеева,
Н. Г. Солпина (ninacolpina@yandex.ru)

Аннотация. Статья посвящена экологическому картографированию горнодобывающих районов, в частности районов золотодобычи.

Ключевые слова: экологическое картографирование, горнодобывающий район, золотодобыча.

Введение

Геоэкологическое картографирование в горнодобывающих районах – относительно новое научное направление и имеет ряд сложностей, так как в процессе картографического анализа геолого-геоморфологического загрязнения ландшафтов возникают трудности в разграничении естественных, техногенно-преобразованных и собственно техногенных процессов внешней и внутренней лито- и геодинамики. Для того чтобы оценить степень реагирования природных комплексов на геолого-геоморфологическое загрязнение и дать прогноз негативным последствиям, необходимо проанализировать причины и факторы такого вида загрязнения.

В данной работе геоэкологическое картографирование в горнодобывающих районах проводится на примере старейших районов золотодобычи в Иркутской области – Бодайбинском и Бирюсинском.

Общие принципы картографической оценки экологической ситуации территории

Экологическая ситуация рассматривается как территориальное сочетание различных, в том числе негативных и позитивных, с точки зрения проживания и состояния здоровья населения, природных условий и факторов, создающих на территории определенную экологическую обстановку разной степени благополучия и неблагополучия [3].

Экологические проблемы, связанные с нарушением отдельных компонентов ландшафта и их комплекса, можно разделить на шесть групп:

– атмосферные (радиологическое, химическое, механическое, тепловое загрязнение атмосферы);

- водные (истощение и загрязнение поверхностных и подземных вод, загрязнение морей и океанов);

- геолого-геоморфологические (интенсификация неблагоприятных геолого-геоморфологических процессов, нарушение рельефа и геологического строения);

- почвенные (загрязнение, эрозия, дефляция, вторичное засоление, заболачивание и др.);

- биотические (сведение растительности, деградация лесов, пастбищная дигрессия, сокращение видового разнообразия и др.);

- комплексные или ландшафтные (опустынивание, снижение биоразнообразия, нарушение режима природоохранных территорий).

Поскольку экологические проблемы определяются по изменению свойств ландшафтов, то степень их проявления может быть охарактеризована через интенсивность и площадь распространения этих изменений и характер последствий. Условно можно выделить три степени распространения природных свойств – признаков отдельных проблем:

- слабое (изменение природных свойств ландшафта менее чем 10 %);

- среднее (от 10 до 50 %);

- сильное (превышает 50 %).

Также выделяют три основные группы проблем и ситуаций по экологическим последствиям изменения природы:

- антропоэкологические – по изменению условий жизни и здоровья населения;

- природно-ресурсные, связанные с истощением и утратой природных ресурсов, ухудшающие хозяйственную деятельность на территории;

- ландшафтно-генетические, обусловленные нарушением целостности ландшафтов, утратой генофонда, потерей уникальных природных объектов и т. п. [6].

В связи с этим выделяется три основных типа системы оценки экологической ситуации:

- оценка качества природной среды для здоровья человека, включая анализ опасности окружающей среды;

- оценка антропогенных воздействий и нагрузок;

- оценка негативных изменений окружающей природной среды.

Экологическую оценку территории проводят с целью выявления основных экологических проблем, характерных для исследуемой территории, и определения остроты каждой отдельно взятой экологической проблемы и их совокупности. Выбор критериев используемых для оценки экологических проблем является важным звеном в исследовании экологической ситуации [4].

Таким образом, оценка остроты экологических ситуаций основана на анализе территориальных сочетаний экологических проблем, характере и интенсивности проявления последствий этих проблем. Определение остроты ситуации зависит от региональных особенностей и специфики ведущих проблем и может рассматриваться отдельно как с точки зрения условий

проживания населения и состояния его здоровья, так и состояния природных ресурсов, сохранения уникальности и генофонда ландшафта.

Выделяют следующие критерии экологических ситуаций по степени остроты: катастрофическая, кризисная, критическая, напряженная, конфликтная, удовлетворительная [9].

Катастрофические ситуации характеризуются глубокими и часто необратимыми изменениями природы, утратой природных ресурсов и резким ухудшением условий проживания населения, вызванным в основном многократным превышением антропогенных нагрузок на ландшафты региона. Важным признаком катастрофической ситуации является угроза жизни людей и их наследственности, а также утрата генофонда и уникальных природных объектов.

Кризисная ситуация приближается к катастрофической, в ландшафтах возникают очень значительные и практически слабо компенсируемые изменения, происходит полное истощение природных ресурсов, резко ухудшается здоровье населения. Если не принять срочных, кардинальных мер, то этот переход может произойти в течении небольшого промежутка времени (3–5 лет) [4].

При критической ситуации возникают значительные и слабо компенсируемые изменения ландшафтов, происходит быстрое нарастание угрозы истощения или утраты природных ресурсов, уникальных природных объектов, наблюдается устойчивый рост числа заболеваний из-за резкого ухудшения условий проживания. Антропогенные нагрузки превышают установленные нормативные величины и экологические требования. При уменьшении или прекращении антропогенных воздействий и проведении природоохранных мероприятий возможна нормализация экологической обстановки, улучшение условий проживания населения, повышение качества отдельных природных ресурсов и частичное восстановление ландшафтов.

При напряженной ситуации отмечаются негативные изменения в отдельных компонентах ландшафтов, что ведет к нарушению или деградации отдельных природных ресурсов и в ряде случаев к ухудшению условий проживания населения. При соблюдении природоохранных мер напряженность экологической ситуации спадает.

Конфликтная ситуация имеет место в том случае, когда наблюдаются незначительные в пространстве и во времени изменения в ландшафтах, в том числе и в средо- и ресурсопроизводящих свойствах, что ведет к сравнительно небольшой перестройке структуры ландшафтов и восстановлению в результате процессов саморегуляции природного комплекса или проведения несложных природоохранных мероприятий.

При удовлетворительной ситуации из-за отсутствия прямого или косвенного воздействия свойства ландшафтов не изменяются.

Все экологические ситуации от конфликтной до катастрофической, возникшие в результате антропогенной деятельности, относятся к проблемным (негативным, неблагоприятным), которые можно разделить на

две группы – напряженные и острые. К первой относятся конфликтные и напряженные ситуации, ко второй – критические, кризисные и катастрофические [4].

Наибольшая наглядность и информативность в отражении экологической оценки территории достигается с использованием картографического метода. Картографирование экологической ситуации является сложным процессом, требующим анализа и обобщения большого количества материалов, в том числе картографических. В зависимости от наличия или отсутствия достаточного информационного обеспечения разработаны два алгоритма составления карт экологической ситуации:

- с использованием аналитических (географических) экспертных оценок;
- с использованием формализованных оценок [6].

В первом случае решают две задачи: выявление экологических проблем и их пространственную локализацию. Во втором – анализируя определенные количественные показатели, выявляют, при каких из них возникают экологические проблемы, а затем, используя географические экспертные оценки, определяют остроту экологической ситуации.

Исторический анализ экологической ситуации в золотодобывающих районах

Золотые россыпи, по наблюдениям А. Гумбольта, как бы оконтуривают границы цивилизации и в представлении современных людей ассоциируются с труднодоступными краями, что верно отображает их современную географию.

Поэтому при поисках и разработке золоторудных месторождений человек не утруждал себя вопросами охраны природных ландшафтов и, тем более, их рекультивации. Естественно, что следы золотодобычи встречаются еще с древнейших времен. Причем, в разное время с изменением технологий добычи и ее масштабов следы эти имеют свои характерные черты, что позволяет определить степень геоэкологического воздействия и разработать принципы его картографирования.

Если историю цивилизации разбить на периоды по их отношению к природе в целом и к золотодобыче в частности, то можно выделить несколько градаций, с учетом природных условий, воздействия человека, его сельскохозяйственной и промышленной деятельности. Усилиями многих специалистов удалось восстановить картину золотопромышленности с древнейших времен. Возможности извлечения мелкого золота промывкой и обдувкой показали, что выгоднее перерабатывать всю толщу песков. Это первый этап промышленной добычи и в разных климатических условиях он наступал в разное время. Но в переработку вовлекались значительные территории. При весьма примитивной организации работ золото извлекали так, что в старых отвалах не всегда удается обнаружить его следы. Дальше шло естественное восстановление экосистемы.

Во второй этап можно включить усовершенствованные методы добычи, разработанные римскими инженерами, которые впервые использовали

ртуть для извлечения золота и прообраз современных гидромониторов. Это повлекло нагрузки на экосистемы, и восстановление их осложнялось во много раз, в том числе и вследствие заражения ртутью. Средние века не внесли что либо нового в технологию разработки золота, а поиски его уходили в более отдаленные и труднодоступные горные места. В методику извлечения золота внедрился процесс «химизации», что оказывало особое влияние на техногенные экосистемы [3].

Новый период характеризуется мощным техногенным воздействием на природу как по площади, так и в глубину толщи горных пород. Изменению подвергаются экосистемы со сложными климатическими условиями, а при извлечении золота используются не только механические, но и гидрометаллургические методы (растворение в цианидах) или амальгамирование (обработка ртутью). Меняются экосистемы не только собственно месторождений, но и соседних участков, так как происходит их химическое заражение. В этих условиях в рекультивации природных комплексов возникает ряд проблем:

- во-первых, требуется хотя бы приблизительное восстановление исходных гидрологических и геоморфологических элементов территории, так как обычное выравнивание отвалов не эффективно;

- во-вторых, с экологической точки зрения было бы идеальным полное извлечение полезного компонента и отсутствие вторичной переработки техногенных ландшафтов, которые в естественных условиях восстанавливаются очень медленно. Достаточно сказать, например, что в низовьях р. Бодайбо на отвалах, возраст которых около двухсот лет, только сейчас появляется еловый подрост, что свидетельствует о постепенном восстановлении таежной экосистемы;

- в-третьих, существует проблема методики и времени разработки месторождения, а также и характера следов этой разработки;

- в-четвертых, важен учет геолого-геоморфологических и климатических условий территории.

Изучение вышеперечисленных проблем необходимо для разработки методов и принципов картирования техногенных экосистем, их рекультивации, устойчивости и оценки вероятности возможностей вторичной переработки.

Не следует забывать, что расцвет древней золотопромышленности и начало поисков золота в России разделяет более чем тысячелетие, что наложило свой отпечаток на опыт экологического картографирования сибирских территорий золотодобычи.

Опыт геоэкологического картографирования территории золотодобычи (на примере Бирюсинского и Ленского золотоносных районов Иркутской области)

Бирюсинский золотороссыпной район – один из старейших золотодобывающих районов Восточной Сибири. Расположен в южной части Нижнеудинского района Иркутской области в 220–260 км к юго-востоку от

г. Нижнеудинска, в верховьях р. Большой Бирюсы Восточного Саяна. Общая площадь района составляет 900 км². По административному делению он включает территорию Тофаларского коопзверопромхоза, коренное население которого занимается оленеводством, промыслом пушного зверя, заготовкой кедровых орехов, лекарственно-технического сырья. В течение последних трех десятилетий бирюсинские россыпи обрабатываются старательскими артелями «Енисейзолото», «Лена», «Сибирское золото», «Миричун», «Минерал», «Дельта» и др. В базовых поселках старателей Покровск, Миричун, Черная Бирюса зимой проживает 30–40 человек, занятых обслуживанием техники. Летом, с началом старательских работ, количество жителей возрастает до 150–200 человек. Ближайшими наиболее крупными населенными пунктами являются поселки Верхняя Гутара и Алыгджер, расположенные в 45 и 30 км к северо-западу и юго-востоку от поселка Покровск. В районе поселков имеются аэродромы для приема самолетов АН-2. Население поселков до 400 человек, большей частью представлено тофаларами. Поселок Покровск в зимнее время (обычно с января по март) связан с г. Нижнеудинском «зимником» (зимней автомобильной дорогой) протяженностью около 240 км, по которому возможна транспортировка грузов на автомашинах повышенной проходимости. Долины золотоносных речек с поселком Покровск связаны автотракторной грунтовой дорогой.

Климат района резко континентальный. Зима продолжительная и сухая с устойчивыми морозами. Преобладающие дневные температуры зимы -14...-20 °С, ночные -24...-30 °С. Устойчивый снежный покров образуется в середине ноября. Высота снежного покрова достигает 60 см. Число дней со снежным покровом 180. Сход снежного покрова в середине мая. Весна короткая с резкими колебаниями температуры воздуха. Днем ее величина составляет +7...+14 °С, ночью возможны заморозки до -5...+8 °С. Лето – относительно теплое, во второй половине дождливое [1]. Средняя температура воздуха июля +12 °С. В течение лета характерны грозы. Осень короткая с затяжными морозящими дождями в первой ее половине и ясной погодой во второй. Метеорологические условия района характеризуются мощными приземными инверсиями температуры (повышения ее с высотой), которые препятствуют развитию турбулентности воздуха и ограничивают рассеивающую способность атмосферы, особенно в холодные месяцы года. Самоочищение атмосферы связано с циркуляционными ее особенностями. Зимой преобладают ветры западных и северо-западных, летом меридиональных направлений. Годовое количество атмосферных осадков, «вымывающих» вредные примеси, составляет 700–800 мм, в том числе в теплый период 500–600 мм. Увлажнение в районе избыточное. Средняя относительная влажность воздуха более 40 %. Наличие туманов и высокая относительная влажность способствует накоплению загрязнителей в атмосфере.

Почвенный покров. В районе развиты горно-лесные мерзлотно-болотные почвы на кислых кристаллических, метаморфических и карбонатных породах. На плоских водоразделах развиты преимущественно под-

золистые иллювиально-гумусо-железистые почвы. В поле развития карбонатных пород на склонах преимущественно встречаются дерново-перегнойно-карбонатные почвы. В днищах долин почвы подвержены заболачиванию. Реакция почв от кислой до нейтральной и слабощелочной. По составу мелкозема преобладают супесчаные и дресвяно-песчаные почвы. Невысокая дисперсность почв обуславливает их низкую поглотительную способность.

Растительность. Залесенность территории составляет 30–45 %. По южным склонам и водоразделам развиты кедрово-лиственничные зеленомошные и сфагново-зеленомошные леса. По склонам северной экспозиции – лиственничные леса без подроста. В поймах рек и реке на склонах наблюдаются березовые рощи, заросли ивы и ольхи. Леса в долине р. Большой Бирюсы за 150-летний период отработки россыпей значительно вырублены. Ягодные кустарники представлены брусникой, черникой, смородиной. Из травостоя в основном присутствуют различные виды осок. Из редких эндемических видов в районе встречается карагана гривастая и родиола розовая (золотой корень) [1].

Животный мир. Копытные представлены изюбром, кабаргой, эпизодически встречается лось, дикий кабан. Хищники – волки, медведи, рысь. Промысловым пушным зверем является белка, соболь. Из пернатых редко встречается рябчик, глухарь, в крупных реках водится хариус, реже ленок. Из редких видов, занесенных в Красную книгу РСФСР (России), в районе могут быть встречены с малой степенью вероятности лишь сокол, беркут и орлан белохвост. В «Список редких и исчезающих видов животных Иркутской области» включены: филин, скопа, дрозд-деряба, черная кряква, серый журавль, клиптух, зимородок, иволга, усатая ночница, серая жаба и прыткая ящерица. Из беспозвоночных животных большую опасность для человека представляют иксодовые клещи. Трансформация природной среды под влиянием строительства объектов инфраструктуры (дороги, просеки, ЛЭП), разведки и добычи полезных ископаемых, как правило, приводит к увеличению их численности и соответственно опасности для человека. Наиболее важным фактором, влияющим на животный мир таежных ландшафтов, является вырубка леса и строительство поселков [9].

Гидрография. Район золотодобывающих работ характеризуется преобладанием дождевого питания рек и летними паводками. Крупные реки Большая и Малая Бирюса имеют множество мелких притоков. Все реки имеют горный характер: мелководны, с крутым уклоном, перекатами и порогами, во время дождей сильно разливаются и превращаются в бурные потоки. Основные составляющие водного баланса: осадки 700–800 мм, испарение 220–260 мм, сток 340–450 мм, в том числе подземный 100–230 мм. При этом в питании рек района доля дождевой составляющей – 45–55 %, подземной – 30–32 %. В зимний период реки промерзают до дна, что влечет за собой образование мощных наледей [1].

Ландшафтные комплексы района – гольцовые и горнотаежные, сформированные под влиянием структурно-денудационных форм рельефа.

Гольцовые комплексы ландшафтов (абсолютные отметки более 1900 м) преимущественно развиты в осевой части главного хребта Восточного Саяна. Ниже гольцовых комплексов (абсолютные отметки 1900–1500 м) наблюдаются горнотаежные темнохвойные ландшафты, в основном склоновые кедровые с лиственницей и баданом. В долине р. Большой Бирюсы наблюдаются ландшафты подгорных и межгорных понижений лиственнично-таежного типа с кустарниковым подлеском и преобладанием рододендрона даурского.

Проводимые в районе различные виды геологоразведочных и эксплуатационных работ оказали различную степень воздействия на окружающую среду. Старательские отработки россыпей в районе охватили бассейны рек Хормы, Гурбея, Большой Бирюсы и Черной Бирюсы, а на запад до бассейна р. Агул. В период до 1940 г. отработка россыпей осуществлялась вручную без применения технических средств, промывкой на бутарах золотоносных песков, доставляемых тачками (иногда вагонетками). Ложа долин рек на этих участках сложены грубо перемешанными породами, образующими отвалы, ямы, бугры и представляют неровную поверхность, частично заросшую мелким кустарником и березняком. Борты долин на этих участках, как правило, обезлесены почти до водоразделов. Это связано с тем, что требовалось значительное количество леса для устройства плотин, мостков, в качестве топлива для подогрева промывочной воды, строительства барачных и их отопления.

Возобновившиеся в конце 1970-х гг. на р. Большая Бирюса старательские работы по добыче россыпного золота проводились уже в значительно больших объемах с применением технических средств. Разработка россыпей осуществлялась бульдозерами с промывкой песков на гидровашгерде. Рекультивационных работ в местах добычи золотоносных песков (прииски Покровский, Сергеевский) не производилось. Места разработок представляют нарушенную поверхность с многочисленными выемками и валами, не заросшими растительностью и лишенную почвенно-растительного слоя. Степень нарушенности речных долин в местах старых выработок (до 1940 г.) оценивается как умеренная, в новых – как значительная [5].

Воздействие *горнопроходческих и опытно-эксплуатационных работ* старательских артелей на окружающую среду выражается, в основном, во временном изъятии из земельного фонда территории и в загрязнении атмосферы продуктами взрывов в результате проходки канав и шурфов. Предполагаемая площадь временного изъятия земель за пятилетний срок работы одной старательской артели составляет, например, 340 га, что предполагает: проходку шурфов с площадками для проб, проходку бульдозерных траншей с площадками для складирования торфов и песков и установкой промприбора, подъездные пути, русловоды, отстойники ниже площадей отработки, отвалы пород из вскрыши, буровые площадки, дороги между участками и разведочными линиями, летние табора, базы, вертолетные площадки. По расчетам ИРГИРЕДМЕТа выбросы в атмосферу составляют: пыль – 0,5 т; двуокись азота – 0,4 т, окись углерода – 16,0 т, сернистый газ

и сероводород – 0,8 т, акролеин – 0,16 т, формальдегид – 0,12 т. Кроме того, при горно-подготовительных работах нарушается корневая система деревьев, развиваются эрозионные процессы с образованием временных водотоков и загрязнением поверхностных вод отходами (ГСМ, химреагентами, шламом и др.) [7].

Объекты *вспомогательных сооружений* и сопутствующего строительства по своему назначению и воздействию на природную среду подразделяются на несколько групп: 1) сооружения, связанные с водоснабжением (насосные станции, водозаборные сооружения, водоотстойники) – сооружения этой группы оказывают воздействие на природную среду в плане загрязнения вод, истощения водных ресурсов, заболачивания, эрозии почв и т. д.); 2) сооружения, связанные с электроснабжением (дизельные электростанции, линии электропередач); 3) автодороги, тракторные дороги; 4) технические и жилые сооружения (жилые дома, здания механических мастерских, гаражей и площадки для стоянки автотранспортной техники, хранилище ГСМ, контора, камеральное помещение, столовая, хлебопекарня, дробильный цех), сосредоточенные на территории временных поселков – сооружения этой группы оказывают отрицательное воздействие на почву, поверхностные воды, атмосферу; 5) склады (промышленных и продовольственных товаров, взрывчатых веществ, навесы и сараи для хранения технического оборудования) существенного влияния на окружающую среду не оказывают, кроме временного изъятия земель для их сооружения [2].

Исходя из горнотехнических условий участков, на которых размещены очистные сооружения, потенциально возможным приемником сточных вод, фильтрующихся через водоудерживающие плотники, является р. Большая Бирюса. При проведении опытно-эксплуатационных работ в процессах дезинтеграции и обогащения не планируется использовать химически токсичные вещества, способствующие выщелачиванию микроэлементов из промысловых горных пород. Вредное воздействие на окружающую природу в районе горных работ выражается в нарушении поверхности долин водотоков (в пределах горного отвода) горными выработками, сбросе сточных вод, фильтрующихся через гидротехнические сооружения, загрязнением атмосферного воздуха выхлопными газами дизельных двигателей землеройной техники и электростанций.

При проведении работ все мероприятия должны быть направлены главным образом на сохранение лесного фонда, для чего должна производиться выборочная валка леса с заготовкой деловой древесины; при этом все порубочные остатки будут использованы как дрова. После окончания работ предусматривается рекультивация нарушенных земель.

Восстановление земель должно способствовать уменьшению вредного воздействия деятельности человека на окружающую среду и включает устранение очагов эрозионных процессов и загрязнения водотоков планировкой поверхности с созданием ландшафтов с последующим самозарастанием и лесовозобновлением [2]. Поскольку нарушенные горными работами площади представлены достаточно ровной поверхностью илоотстойников

и плоскими гале-эфельными отвалами, собственно рекультивационные работы заключаются в разваловке гребней отвалов и составляют небольшую долю в общих объемах бульдозерных работ. Плодородный слой почвы снимается и транспортируется в отвалы на обе стороны разреза в некотором отдалении от контура полигона. Сточные воды растекаются и поступают в отстойник для дальнейшего осветления. Крупный материал складывается в выработанное пространство к бортам разреза. После отработки производится рекультивация. В первую очередь планируются гидравлические отвалы. Поверх них располагается плодородная почва. Крупногабаритный материал размещается в выработанном пространстве и погребается на плотике россыпи. Такой порядок складирования плодородной почвы, продуктов обогащения в процессе разработки позволяет при рекультивации восстанавливать нарушенные земли приблизительно в том породном составе по вертикальной колонке, в каком они были до отработки. Подъездные пути, дороги и т. п. в связи с необходимостью их дальнейшего использования рекультивации не подлежат.

Необходимо отметить, что экологические последствия при техногенном воздействии на природную среду во многом определяются ресурсом ее устойчивости [8; 9]. Специфические ландшафтно-климатические особенности в сочетании с достаточно сложной геолого-тектонической обстановкой ведут к снижению устойчивости природной среды к внешним (в том числе и техногенным) воздействиям. В районе золотодобычи эколого-геологическая ситуация природопользования (ЭГС) оценивается по 5 градациям.

Благоприятная (допустимая) ЭГС. Степень нарушенности среды минимальная. Это малоосвоенные территории с минимально распространенными и спокойными экзо- и эндодинамическими условиями, нерегулярными (редкими) проявлениями слабых по интенсивности природных геологических опасностей, геохимические и радиоактивные аномалии либо отсутствуют, либо локальны.

Удовлетворительная ЭГС. Наблюдается регулярное проявление (развитие) слабых по интенсивности и локальных по распространенности природных и техногенных опасных (экологически неблагоприятных) объектов и процессов. Удовлетворительная эколого-геологическая обстановка сохраняется на значительной территории, главным образом, в предгорных ландшафтах.

Напряженная ЭГС. Фиксируется регулярное проявление разных по интенсивности (но преимущественно слабых) природных и техногенных экологически неблагоприятных объектов и процессов, средняя степень нарушенности среды. Напряженная по геодинамическим условиям ЭГС преобладает среди ландшафтов гольцово-тундрового, в меньшей мере – среднегорного типов, в связи с их пониженной устойчивостью к геодинамическим нагрузкам и повышенной сейсмичностью района. Напряженная по геохимическим свойствам ЭГС распространена в виде локальных участков среди низкогорных ландшафтов с карбонатным субстратом и перегнойно-карбонатными мерзлотными почвами и на площадях распространения до-

линного комплекса четвертичных отложений, в силу их повышенной сорбционной способности.

Средненапряженная ситуация отмечена на отдельных узких участках в долинных ландшафтах рек. Техногенное воздействие в виде транспортных коммуникаций (грунтовые и лесовозные дороги) и геолого-разведочных работ приводит к локальным структурным преобразованиям ландшафтов.

Кризисная ЭГС. Имеет место регулярное проявление умеренно- и редкое – интенсивных опасных природных и техногенных объектов и процессов, на локальных участках – интенсивная нарушенность природной среды, наличие локальных участков и ареалов с геохимическими и другими загрязнениями.

Катастрофическая ЭГС. Фиксируется повсеместное распространение опасных и особо опасных геологических природных и техногенных объектов и процессов, интенсивное нарушение среды обитания, обширные ареалы и потоки загрязнения [8].

Таким образом, на территории Бирюсинского золотороссыпного района преобладают удовлетворительная и напряженная эколого-геологические ситуации. Наибольшую напряженность природной среды вызывает разработка золотоносных россыпей открытым способом, где имеет место возникновение локальной ЭГС кризисного типа. Участки с ограничениями и особыми условиями хозяйственной деятельности приурочены к местам размещения техногенных объектов и систем, которые располагаются среди ландшафтов с напряженной эколого-геологической ситуацией. Для них необходимы экологический мониторинг и природоохранные мероприятия, направленные против экзогенных геологических процессов.

Ленский золотоносный район располагается в северо-восточной части Байкальской складчатой области в пределах Средне-Витимской горной страны. В административном отношении он относится к Бодайбинскому району Иркутской области и частично к Муйскому району республики Бурятия. Впервые для этой территории выполнено геоэкологическое картирование в масштабе 1:200 000 по методике, разработанной ВСЕГЕИ в 1995 г. В результате полевых, лабораторных и камеральных исследований, включавших опробование почв, поверхностных вод и их донных осадков, инженерно-геологических наблюдений, изучения геохимической и геодинамической устойчивости ландшафтов составлен комплект геоэкологической графики. В комплект вошли эколого-геологическая карта масштаба 1:200 000 и две схемы масштаба 1:500 000 (геохимической и геодинамической устойчивости ландшафтов и эколого-геологической опасности), утвержденные на НРС ВСЕГЕИ и ВСЕГИНГЕО в 2000 г., рекомендовавшим их к изданию.

Изученная площадь находится в пределах Делюн-Уранского и Аглан-Янского хребтов с абсолютными отметками вершин 1500–2138 м, разде-

ленных долинами рек Правый и Средний Мамакан, с отметками уреза воды 420–840 м. Рельеф резко расчлененный. Реки не судоходны [1].

Климат резко континентальный с продолжительной холодной зимой и коротким летом. Отрицательная среднегодовая температура ($-8,3^{\circ}\text{C}$) обуславливает наличие многолетней мерзлоты. Среднегодовое количество осадков 450–500 мм. В горах снежный покров появляется уже в конце сентября – начале октября и держится до мая – июня.

Район характеризуется сложным геологическим строением. Обнаженность хорошая лишь в гольцовой части хребтов. Проходимость плохая, особенно в предгольцовых склоновых частях из-за широкого развития кедрового стланика и моренных отложений. Лесные массивы расположены только по долинам рек, их ресурсы незначительны, древесина низкосортная и может использоваться как вспомогательный строительный материал местного назначения. Сельхозугодья на площади отсутствуют. Территория находится в бортовой части сейсмически активной кайнозойской рифтовой зоны, где возможны проявления землетрясений от 4,5 до 7 баллов и более.

Экономическая освоенность района слабая. Постоянных населенных пунктов на площади нет. В центральной части площади по долинам рек Средний Мамакан, Каалу, Правый Мамакан проложена автомагистраль Таксимо-Бодайбо, соединяющая Бодайбинский район с железнодорожной линией БАМ. Вдоль автомагистрали проведена ЛЭП от Мамаканской ГЭС до пос. Таксимо. От автотрассы по долинам рек Сидольта и Дяля проложены временные дороги на приисковые и разведочные участки. В долине р. Средний Мамакан осуществляется старательской артелью разработка золотоносной россыпи р. Дяля, ведутся разведочные работы на золоторудном поле Юбилейное. В разведочном поселке построена обогатительная установка производительностью 120 тыс. т руды в год для разработки золоторудного месторождения.

Ландшафты района испытывают техногенное воздействие, главным образом в результате прокладки транспортных коммуникаций (грунтовые и лесовозные дороги, линии электропередач) и проведения геолого-разведочных работ.

Экологические последствия при техногенном воздействии на природную среду во многом определяются ресурсом ее устойчивости [9]. На снижение устойчивости природной среды к внешним воздействиям оказывают влияние специфические ландшафтно-климатические особенности в сочетании с достаточно сложной геолого-тектонической обстановкой. На изученной площади выделяются гольцово-тундровый, горно-таежный среднегорный, горно-таежный низкогорный, северо-таежный низкогорный, северо-таежный долинный типы природных ландшафтов [1]. Техногенные ландшафты имеют самое незначительное распространение. Они расположены в пределах гольцово-тундровых и среднегорных природных ландшафтов и представлены отвалами на участках долин с разработкой россыпей, на площадях геологоразведочных работ, зоной автотрассы Бодайбо –

Таксимо и грунтовыми автодорогами, связывающими эту трассу с участками горнодобывающих работ.

Основными природными загрязнителями являются масштабные по площади геохимические аномалии ртути и мышьяка, расположенные в южной части территории. Концентрация загрязнения превышает 16 ПДК. В центральной и северной части площади в рыхлых отложениях зафиксированы геохимические ореолы свинца, цинка, молибдена, вольфрама и меди в концентрациях 8–16 ПДК и ниже. В нижнем течении рек Правый и Средний Мамакан, на правом берегу р. Дылгдаиси в подземных водах установлены содержания до 2 ПДК молибдена, свинца, цинка, железа.

В результате комплекса геоэкологических исследований эколого-геологическая ситуация (ЭГС) в районах золотодобычи оценивается по 5 градациям [2].

Благоприятная (допустимая) ЭГС наблюдается в малоосвоенных территориях с минимально распространенными и спокойными экзо- и эндо-динамическими условиями, нерегулярными (редкими) проявлениями слабых по интенсивности природных геологических опасностей.

Удовлетворительная ЭГС сохраняется на значительной территории, главным образом, в предгорных ландшафтах. Наблюдается регулярное проявление (развитие) слабых по интенсивности и локальных по распространенности природных и техногенных опасных (экологически неблагоприятных) объектов и процессов.

Средненапряженная ситуация отмечена на отдельных участках в долинах рек с техногенным воздействием в виде геолого-разведочных работ и транспортных коммуникаций.

Напряженная ЭГС преобладает среди ландшафтов гольцово-тундрового, в меньшей мере – среднегорного типов, где фиксируется регулярное проявление разных по интенсивности (но преимущественно слабых) природных и техногенных экологически неблагоприятных объектов и процессов.

Кризисная ЭГС наблюдается на локальных участках с интенсивной нарушенностью природной среды, с геохимическими и другими загрязнениями, с регулярным проявлением опасных природных процессов.

Катастрофическая ЭГС фиксирует интенсивное нарушение среды обитания, обширные ареалы и потоки загрязнения, повсеместное распространение опасных и особо опасных геологических природных и техногенных объектов и процессов.

В результате комплекса геоэкологических исследований установлено, что *удовлетворительная* эколого-геологическая ситуация (ЭГС) сохраняется на значительной территории, главным образом, в предгорных ландшафтах. *Напряженная* по геодинамическим условиям ЭГС преобладает среди ландшафтов гольцово-тундрового, в меньшей мере – среднегорного типов, в связи с их пониженной устойчивостью к геодинамическим нагрузкам и повышенной сейсмичностью района. *Напряженная* по геохимическим свойствам ЭГС распространена в виде локальных участков среди

низкогорных ландшафтов с карбонатными мерзлотными почвами и в долинах рек.

Участки с ограничениями и особыми условиями хозяйственной деятельности приурочены к местам размещения техногенных объектов и систем, которые располагаются среди ландшафтов с напряженной эколого-геологической ситуацией. Техногенное воздействие в виде транспортных коммуникаций (грунтовые и лесовозные дороги) и геолого-разведочных работ приводит к локальным структурным преобразованиям ландшафтов. Наибольшую напряженность природной среды вызывает разработка золотосырьевых россыпей открытым способом по р. Дяля, где имеет место возникновение локальной ЭГС кризисного типа.

Для улучшения экологической обстановки рекомендуется при проведении горнодобывающих работ выбор технических решений, исключая опасных экзогенные геологические процессы, и проведение комплексного мониторинга геологической среды на потенциально кризисных площадях.

Список литературы

1. Беркин Н. С. Природные условия административных районов / Н. С. Беркин, С. А. Филиппова, Г. В. Руденко. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 1993. – 300 с.
2. Геоэкологические исследования при разведке и освоении россыпей. Обзор / В. И. Новиков [и др.] // ЦНИГРИ. – М. : Геоинформмарк, 1992. – Вып. 4. – С. 57.
3. Герасимова И. П. Экологические проблемы в прошлой, настоящей и будущей географии мира / И. П. Герасимова. – М. : Наука, 1985. – 86 с.
4. Исаченко А. Г. Экологические проблемы и эколого-географическое картографирование // Изв. ВГО. – 1990. – Т. 122, вып. 4. – С. 289–301.
5. Макаров С. А. Оценка экологических последствий геологоразведочных работ и охрана окружающей среды в бассейне реки Большой Бирюсы. Проект на производство ГРП / С. А. Макаров. – Иркутск, 2000. – С. 192–200.
6. Методология системного экологического картографирования / отв. ред. В. В. Воробьев, В. А. Снытко. – Иркутск : Изд-во ИГ СО РАН, 2002. – 194 с.
7. Михеев В. С. Карта. Ландшафты юга Восточной Сибири. Масштаб 1:1 500 000 / В. С. Михеев, В. А. Ряшин. – М. : ГУГК, 1997.
8. Руководство о порядке проведения оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС). – М. : Минприроды РФ, 1996.
9. Токарев А. И. Проблемы реабилитации природной среды на примере районов недропользования юга Восточной Сибири // Материалы междунар. конф. – Пермь : Регион. отд-ние РАН, 1997. – С. 205–206.

Ecological cartmapping in rock-mining regions (particularly in the regions of gold-mining etc)

V. M. Belousov, L. F. Matveeva, N. G. Solpina

Annotation. The article is devoted to the ecological cartmapping rock-mining regions, particularly in the regions of gold-mining etc.

Key words: ecological cartmapping, geological-geomorphological pollution, rock-mining regions etc.

Белосов Виктор Михайлович

*кандидат географических наук, доцент
Иркутский государственный университет
664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
тел.: (3952) 36-61-51*

Солтина Нина Гавриловна

*кандидат географических наук, доцент
Иркутский государственный университет
664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
тел.: (3952) 52-10-89*

Матвеева Любовь Федоровна

*кандидат географических наук, доцент
Иркутский государственный университет
664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
тел.: (3952) 52-10-89*