

УДК 66.098:504.06:577.1

Оценка экологического состояния некоторых объектов окружающей среды в зоне влияния хвостохранилища

К.Е. Гула¹, О.М. Морина¹, Л.Т. Крупская¹, В.А. Морин¹

¹Тихоокеанский государственный университет, ул. Тихоокеанская 136., Хабаровск, Россия. E-mail: ecologiya2010@yandex.ru
Статья поступила 15.03.2012, принята 07.09.2012

Представлена оценка экологического состояния некоторых объектов окружающей среды в зоне влияния токсичных отходов, складированных в хвостохранилище наливное, овражно-балочного типа, образованное каменно-земляной дамбой, высотой 33 м. Оно расположено в поселке Многовершинный Хабаровского края. В результате освоения золоторудного сырья в районе исследования максимально преобразована ресурсная, геохимическая, геодинамическая составляющие. Выполненные расчеты комплексного показателя экологической напряженности территории исследуемого района, отражающие роль геоморфогенетического, криогенного, почвенно-генетического и климатического блока факторов в их взаимосвязи, свидетельствуют о том, что его величина равна 1929, что позволяет отнести территорию исследования к категории земель, где должна быть жесткая регламентация природопользования. Отходы являются источником техногенного загрязнения всех природосоставляющих объектов. Самые высокие концентрации выявлены в почвенно-растительном покрове вблизи хвостохранилища (на расстоянии 100-500 м). С удалением от источника загрязнения его уровень снижается. Разработаны предложения по снижению негативного воздействия техногенного объекта на экосистемы.

Ключевые слова: отходы, хвостохранилище, объекты окружающей среды, загрязнение.

Assessment of ecological state of some environmental entities within the tailing pond zone of influence

K.E. Gula¹, O.M. Morina¹, L.T. Krupskaya¹, V.A. Morin¹

¹Pacific National University, 136 Tikhookeanskaya str., Khabarovsk, Russia. E-mail: ecologiya2010@yandex.ru
The article received 15.03.2012, accepted 07.09.2012

This article provides the assessment of the ecological state of some environmental entities in the area of toxic waste impact stockpiled in a bulk ravine-type tailing pond formed by a rock-earthen dam 33 meters in height. It is located in the village of Mnogovershinny, Khabarovsk Territory. As a result of the gold raw materials development, the resource, geochemical and geodynamic components have been transformed at most in the investigation area. The performed calculations of the environmental stress area versatility indicator of the investigated area reflecting the role of the geomorphogenetic, cryogenic, soil-genetic and climatic set of factors in their interconnection indicate that its value is equal to 1929. It allows the investigation area to be included in the category of land where there should be a strict regulation of natural resources. Waste products are the source of anthropogenic pollution for every nature-constituent entity. The highest concentrations were found in the soil and vegetative ground cover near the tailing pond (at a distance of 100-500 m). The farther from the source of pollution, the lower its level is. The proposals to reduce the technogenous facility negative effect on the ecosystem have been worked out.

Keywords: waste products, tailing pond, environmental entity, pollution.

Введение. Известно, что ресурсы недр составляют первичную материальную основу развития цивилизации. Их освоение на Дальнем Востоке приобрело большие масштабы, и в перспективе объемы потребления георесурсов будут только возрастать. Несомненно, горное производство здесь становится все более ресурсоемким. Этому неизбежно сопутствуют экономические причины. В настоящее время в Дальневосточном регионе уже очевидно, что прежние ориентиры в развитии горнодобывающей промышленности, которые ведут к техногенному загрязнению, деградации и исчезновению природных ресурсов, а также к резкому ухудшению среды обитания человека, бесперспективны.

Сегодня мировое сообщество вынуждено решать глобальную проблему освоения минерального сырья таким образом, чтобы, с одной стороны, можно было разрабатывать месторождения, а с другой – не нарушать экологическое равновесие в природе. Однако сложность проблемы заключается в том, что вся система, регламентирующая техногенное воздействие показателей, формируется на основе биологических законов, а возможности выполнения существующих санитарно-гигиенических нормативов зависят исключительно от уровня знаний в области технологии. Об этом свидетельствует выполненный нами анализ литературных данных и патентный поиск.

В связи с этим сохранить естественную биоту можно, только применяя технологии с управляемым внешним воздействием. Необходима детерминация биологических ограничений и технологических возможностей. Поэтому от того, как в ближайшее полвека будет организовано горное производство, какие ограничения и допуски будут наложены на его развитие, зависит сохранение или необратимое разрушение подвижного равновесия в природной среде. Ежегодно из недр Земли в Дальневосточном регионе извлекается огромная масса минерального сырья, и при этом возрастает количество отходов горного производства, складированных в хвостохранилище. Из биологического цикла изымаются продуктивные земли, происходит истощение и загрязнение поверхностных и подземных вод. Отрицательные последствия горнодобывающей деятельности сказываются на состоянии растительного и животного мира, в конечном счете, на здоровье населения [1, 4 – 14 и др.].

Следовательно, требуется разработка действенных мер по предотвращению отрицательного техногенного воздействия на природную систему в целом и ее компоненты, в частности. В связи с этим цель исследования состояла в определении факторов и оценке экологического состояния объектов окружающей среды в зоне влияния хвостохранилища для обеспечения их безопасности. Исходя из цели исследования, сформулированы следующие задачи:

1. анализ, обобщение и систематизация литературных данных по названной проблеме;
2. определение факторов, влияющих на экологическое состояние среды обитания;
3. оценка хвостохранилища как источника загрязнения почвы, растительности, водных объектов;
4. разработка предложений по снижению экологической напряженности в районе исследования.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования являлась техногенная система, сформировавшаяся в процессе освоения золоторудного сырья. Методологической основой исследований послужило учение академика В.И. Вернадского [2] о биосфере и ноосфере и основные положения, изложенные в Программе и методике изучения техногенных биогеоценозов Б.П. Колесникова и Л.В. Моториной [3]. В процессе исследований использовались современные физико-химические, химические и биологические методы. Полевые исследования выполнялись по единой методике. Пробы готовились к анализу однообразно и анализировались в Хабаровском инновационно-аналитическом центре ИТИГ ДВО РАН, на современном приборе ISP.

В процессе решения задач, направленных на выявление закономерностей изменения почвенно-растительного покрова при освоении недр, изучались процессы почвообразования и естественного зарастания в техногенных ландшафтах общепринятыми методами [3]. Изучение техногенных экосистем проводилось с применением маршрутных исследований. Использовались методы систематизации и научного обобщения, ландшафтно-географический, биоиндикации, моделирования, прогнозного картирования, современные инструментальные и традиционные физико-химические и химические методы, микробиологический, цитогенетический, статистической обработки данных. Матема-

тическая обработка полученных результатов осуществлялась на персональном компьютере, с помощью пакетов прикладных программ, в основе которых лежат общепринятые методы вариационной статистики.

Результаты и обсуждение. Анализ, обобщение и систематизация литературных данных свидетельствуют о том, что горные предприятия, добывающие минеральное сырье, извлекаемое из недр, функционируют за счет разрушения участков литосферы и последующего использования полученного при этом вещества [1, 4 – 14]. Однако в результате освоения минерального сырья образуются отходы. Рассматривая экологические последствия все возрастающих темпов добычи полезных ископаемых на Дальнем Востоке, следует отметить, что, как правило, получение единицы объема полезного продукта сопровождается извлечением на поверхность значительно большего количества отходов. Академик К.Н. Трубецкой и др. утверждают [4 и др.], что только 10 % минерального сырья, извлекаемого из недр планеты, превращается в готовую продукцию, а остальные 90 % идут в отходы, загрязняющие компоненты биосферы.

На основании проведенного анализа и систематизации данных установлено, что ежегодно в России на горных предприятиях накапливается около 7 млрд. тонн отходов. Всего в отвалах и хранилищах, на полигонах и несанкционированных свалках находится свыше 80 млрд. тонн твердых отходов. К сожалению, они занимают значительные территории. Так, в бывшем СССР площадь, занятая горнопромышленными отходами, составляла более 10 млн. га [4 и др.]. Главная особенность горнопромышленного комплекса состоит в том, что происходит перераспределение в объеме литосферы и на земной поверхности огромных масс горных пород.

По данным К.Н. Трубецкого, Ю.П. Галченко, Л.И. Бурцева [4 и др.], на каждый квадратный метр поверхности суши ежегодно приходится 4,08 кг пустых пород (отходов), извлекаемых при получении минеральных ресурсов, что превосходит больше чем в 5 раз удельную готовую продуктивность всех сухопутных экосистем и в 3,6 раза превышает годовую удельную продуктивность естественной биоты в целом.

Анализ литературных данных по проблеме состояния оценки экологической опасности отходов горного производства [1, 4 – 14 и др.] свидетельствует о том, что:

1. выявление экологической опасности загрязнения компонентов биосферы в процессе освоения недр – важная проблема охраны окружающей среды, имеющая в настоящее время различные подходы к решению. По общему мнению специалистов-экологов, в РФ и на Дальнем Востоке, в частности, негативное воздействие на окружающую среду достигло уровня, превышающего восстановительные силы природы [5, 7, 9, 12 – 14];
2. оценка опасности загрязнения среды обитания предусматривает исследование механизма токсического действия химических веществ, методов индикации и использование основных положений теории риска;
3. химический состав загрязнителей объектов природной среды техногенного происхождения включает различные загрязняющие вещества (ЗВ), среди которых наиболее опасны тяжелые металлы;

4. основная масса загрязняющих веществ, рассеянных, например, в атмосферном воздухе, поступает в организм человека через дыхательные пути, остальные – через желудочно-кишечный тракт и кожные покровы;

5. на характер токсического действия загрязнителя оказывают влияние:

а) физико-химические и токсические свойства вещества;

б) доза и концентрация вещества;

в) биологические особенности объекта воздействия (пол, возраст, индивидуальная чувствительность и др.);

г) факторы внешней среды (природно-климатические и др.).

6. оценка опасности токсического действия загрязнителя, традиционно применяемая в отечественной токсикологии, осуществляется через различные коэффициенты (например, коэффициент воздействия ингаляционного отравления – КВИО и предельно допустимая концентрация – ПДК);

7. разработаны различные методики оценки экологической опасности техногенного загрязнения, например, по показателю стоимости, что позволяет определить экономический ущерб, наносимый природной среде в результате комплексного воздействия химических соединений на биологические объекты и ухудшение показателей состояния окружающей природной среды; или методика его оценки по показателю здоровья населения, позволяющая определить ущерб здоровью в результате токсического воздействия химических соединений;

8. в качестве критериев оценки экологической опасности предлагается использовать экономический ущерб от загрязнения окружающей среды или приведенную массу выбросов и сбросов загрязняющих веществ;

9. доказана возможность реального использования результатов оценки экологической опасности в системе управления. Для угольной промышленности, например, рекомендован к практическому применению наиболее отработанный механизм в сфере управления, создающий условия компенсации ответственности источников повышенной опасности за аварийное загрязнение среды обитания – экологическое страхование;

10. информация об экологической опасности может быть использована различными научными, народнохозяйственными и др. организациями в интересах защиты окружающей среды и здоровья населения, в т. ч. для наполнения экологической составляющей природно-ресурсного блока экосистем (кадастров).

Практически не проводятся исследования, направленные на изучение биологического аспекта стратегии устойчивого развития горнодобывающих районов. К сожалению, горные объекты Дальнего Востока не являются исключением. Потенциальную угрозу для окружающей среды и здоровья человека в настоящее время представляют более 1,5 млрд. тонн горнопромышленных отходов. Например, объем эфельных отвалов, накопившихся при освоении золотороссыпных месторождений, составляет в регионе около 800 млн. м³. По данным В.П. Остапчук, объемы вскрышных пород в 2-3 раза превышают указанные выше цифры.

По результатам исследования Ю.А. Мамаева и др. [13], в отвалах отработки россыпных месторождений Нижнего Приамурья находится 743,2 млн. м³ горной массы. Объем горной массы техногенных россыпей Верхнего Приамурья составляет 1,13 млрд. м³ с запасом золота 269 тонн.

Огромные объемы горнопромышленных отходов накоплены в Хабаровском крае в последние годы. Для их размещения необходимы большие площади. В основном это продуктивные земли, изымаемые из лесного фонда. В настоящее время на юге Дальнего Востока уже нарушено свыше 700 тыс. га [7, 14 и др.].

Как правило, на месте складирования отходов полностью уничтожаются природные ландшафты и возникают локальные природно-горнотехнические системы. Поскольку горнодобывающие объекты максимально преобразуют ресурсную, геохимическую, геодинамическую составляющую, по нашему мнению, большое значение имеет определение экологической напряженности (ЭНТ), например, территории Николаевского района и п. Многовершинного. По выполненным расчетам, комплексный показатель ЭНТ исследуемого района, отражающий роль геоморфогенетического, криогенного, почвенно-генетического и климатического блоков факторов в их взаимосвязи, выражается величиной в 1929, что свидетельствует о необходимости отнесения территории п. Многовершинного к категории земель, где должна проводиться жесткая регламентация природопользования.

Обобщение и систематизация литературных данных и собственных исследований позволяет сделать вывод о том, что в условиях горных предприятий отходы функционирования минерального-сырьевого комплекса являются главным источником загрязнения экосистем.

Оценивая в целом состояние горнопромышленного производства юга Дальнего Востока, следует признать, что оно не является рациональным. Крайне низок уровень комплексного использования минерального сырья, что наносит большой ущерб природно-ресурсному потенциалу региона, в т. ч. земельным ресурсам. Так, например, на горных предприятиях Хабаровского края из ежегодно добываемой горной массы в полезный продукт извлекается не более 3 %, все остальное представлено отходами. Положение усугубляется переходом России к рыночной экономике и ослаблением государственного регулирования использования природных ресурсов.

В связи с тем, что качество минерального сырья непрерывно снижается, происходит исчерпание богатых и близповерхностных месторождений и вовлечение в производство все более бедных и глубоко залегающих руд, а также высокоглинистых песков, в перспективе доля горнопромышленных отходов будет расти. Эта тенденция приобретает глобальный характер, что означает ухудшение экологических показателей: увеличение землеемкости производства и количества вскрышных и вмещающих пород, «хвостов» обогащения, объемов сброса взвешенных веществ, в конечном счете. В связи с этим будет прогрессировать деградация экосистем.

На исследуемом горном предприятии используется схема переработки руды, включающая крупное дроб-

ление, мокрое измельчение с классификацией, гидrocиклонированием и сгущением, а также цианирование с сорбционным выщелачиванием, сорбцию с регенерацией смолы, электрохимическое осаждение, обжиг с плавкой обезвреживание стоков гипохлоритом кальция. На фабрике имеется реагентное хозяйство с узлами приготовления растворов известкового молока, серной кислоты, цианистого натрия, щелочи, полиакриламида, гипохлорита кальция. Хвостохранилище наливное, овражно-балочного типа, образовано каменно-земляной дамбой высотой 33 м. Предполагается наращивание высоты дамбы по варианту комбинированного хвостохранилища, где верховой откос частично опирается на намытые хвостовые отложения. В сбросной пульпе, прудке хвостохранилища, дренажных водах обнаружено аномальное количество химических элементов, в том числе меди, цинка, кобальта, марганца, роданидов, цианидов. В настоящее время на золотоизвлекательной фабрике «Многовершинное» обезвреживание хвостовой пульпы производится гипохлоритом кальция (37 %), который добавляется непосредственно в пачук обезвреживания. Удельный расход по гипохлориту кальция – 6 кг на тонну руды, что составляет 4 г вещества на литр исходной пульпы.

При оценке отходов переработки золоторудного сырья, складываемых в хвостохранилище, учитывался минеральный и вещественный состав. Главными минералами являются арсенипирит, касситерит, галенит, пирит и др., химический состав которых характеризуется высоким содержанием тяжелых металлов (ТМ). Установлено их негативное воздействие на все природосоставляющие объекты. При этом максимальные количества валовых форм ТМ, превышающие фоновые содержания и ПДК от 3 до 19 – 25 раз, обнаружены в почвах и растительности. В зоне влияния хвостохранилища обнаружено накопление меди (до 66 мг/кг), цинка (39 мг/кг), свинца (до 34 мг/кг) и др. химических элементов. Суммарный показатель загрязнения (Zc) составил 154. Коэффициент концентрации (Kc) в селитебной зоне, к сожалению, не соответствует допустимой категории загрязнения исследованных почв, отобранных в районе расположения ветхого жилья (и дач), на расстоянии 1,5 км от хвостохранилища.

Распространение ТМ в техногенных почвах соответствует «розе ветров». Наибольшие концентрации ТМ, превышающие фоновые концентрации и ПДК в несколько раз, обнаружены не только в почвах, но и в растительности. Самые высокие концентрации выявлены в почвенно-растительном покрове вблизи хвостохранилища (на расстоянии 100 м). Исследованиями установлено, что подвижные формы ТМ мигрируют по цепи: отходы – почвы – растительность – человек. Таким образом, в почвенно-растительном покрове района исследования формируются локальные очаги с повышенными концентрациями ТМ, имеющие техногенное происхождение. Кроме того, происходит интенсивное загрязнение поверхностных и подземных вод [15 и др.].

На основании проведенных исследований в районе расположения горнопромышленных отходов можно констатировать, что здесь возникают литохимические ореолы загрязнения, а в зонах их воздействия – переотложенные литохимические ореолы загрязнения, и про-

исходит интенсивное техногенное загрязнение природных систем. Результатом этого влияния могут быть снижение продуктивности лесных угодий и падение ценности ландшафта, увеличение заболочаемости растений, снижение их видового разнообразия, а также накопление биотой веществ, токсичных для человека. Опасность загрязнения природной среды в районах расположения отходов горного производства определяется объемом и свойствами заскладированных в хвостохранилище отходов, интенсивностью миграции загрязняющих компонентов, степенью природной и технической защищенности объектов среды, окружающей техногенные площади.

Техногенное загрязнение экосистем способствует возникновению экологически обусловленных заболеваний в районе исследования.

Одним из аспектов решения проблемы снижения негативного влияния техногенной системы на объекты окружающей среды является развитие в горном деле дружественных к природе биоориентированных технологий, основанных на использовании биологических процессов, участии в них живых организмов (растений, животных, микроорганизмов) и их частей (клеток, ферментов) для получения экологически чистой продукции.

Будущее применение биологических процессов в горном производстве перспективно, так как природные ресурсы планеты исчерпаны, и необходимо для поддержания устойчивого развития общества разумно использовать и реализовывать в технологии именно природные биогеохимические циклы.

К сожалению, на Дальнем Востоке практически не изучены возможности использования биологических процессов в горнодобывающей промышленности. Известны лишь работы Н.А. Рябинина, Г.Н. Ганина, Л.Т. Крупской, А.М. Ивлева и др., В.Г. Моисеенко и др., Л.М. Павловой, Н.Г. Куимовой и др. Однако имеющиеся данные свидетельствуют о крайне низком уровне знаний в этой области.

Теоретически, базируясь на публикациях ученых из России, а также из других стран, и наших собственных исследованиях, с точки зрения возможности достижения гармонии в социобиотехносфере можно предложить использование и внедрение потенциала биологических объектов в следующих видах горных и природоохранных работ:

1. в горно-подготовительных работах – для обеспечения минимального уровня негативного воздействия техногенной деятельности на верхнюю часть литосферы;
2. при проведении горных работ – в процессе внедрения технологии комплексного использования минерального сырья, применения микроорганизмов для последующего извлечения металла из раствора, рекультивации поверхности отвалов с использованием биоремедиации);
3. при организации биологического мониторинга за изменением компонентов биосферы в районе проведения горных работ и хвостохранилищ необходимо использование биоиндикации, биодиагностики с целью определения уровня техногенного загрязнения объектов окружающей среды;
4. в процессе проведения работ по воспроизводству плодородия в нарушенных ландшафтах и реабилитации

экосистем путем биоремедиации, агрохимического и агротехнического воссоздания продуктивности нарушенных земель, биологической стабилизации наземной поверхности, лесохозяйственной и водной рекультивации, возвращения во вновь возникшие техногенные экосистемы животных и растений, относящихся к редким видам, для создания новых популяций;

5. в процессе очистки сточных промышленных вод.

На основании материалов исследования разработаны также другие предложения по снижению экологической напряженности в районе исследования, включающие, в связи с ухудшающимся экономическим положением в России, реализацию программы «Биотехнология», связанной с оздоровлением социально-экологической обстановки в горняцких районах. Решение этих вопросов возможно на основе разработки нетрадиционных биотехнологических методов, в основу которых положены предложенные нами **биогенные принципы оценки экологически безопасных горных технологий**.

Проведенный нами эксперимент по очистке сточных вод горного предприятия (в п. Многовершинное) от тяжелых металлов и цианидов с использованием ряски малой (*Lemna Minor*) свидетельствует о довольно высокой степени извлечения растением ТМ (таблицы 1, 2). Практически все токсичные химические элементы, содержащиеся в промышленных водах (цинк, кобальт, никель, свинец, медь, кадмий, молибден, железо и др.),

а также цианиды и роданиды, были ею полностью поглощены.

Внедрение принципиально новых технологий, в которых осуществляется целевое применение биологических систем и процессов в горнодобывающей отрасли, позволяет обеспечить ее социальную и экологическую безопасность, научно обосновать стратегические решения по устойчивому развитию районов горнопромышленного освоения Дальнего Востока. Крайне важно для района исследования разработать стратегию и программу экологической безопасности процессов освоения минерального сырья, включающих организацию горно-экологического мониторинга изменения объектов окружающей среды в зоне влияния золотодобычи, совершенствование законодательной базы, оздоровление населения горняцких поселков с целью профилактики экологически обусловленных заболеваний, проведение рекультивации природной среды.

Заключение. Отходы переработки золоторудного сырья, складированные в хвостохранилище, являются источником техногенного загрязнения всех природосоставляющих объектов. Содержащиеся в них ТМ, мигрируя по цепи: отходы – почвы – растительность – человек, способствуют наиболее интенсивному загрязнению почвенно-растительного покрова. В нем обнаружены наибольшие концентрации ТМ, превышающие фоновые концентрации и ПДК в несколько раз.

Таблица 1

Данные химического анализа проб до высадки гидрофита (29. 07. 2010 г.)

Наименование проб	Определяемые вещества												
	pH	Взвешенные вещества	БПК ₅	CN	CNS	Zn	Co	Ni	Mn	Pb	Cd	Fe	Cu
Озеро (место произрастания гидрофита)	6,56	7,4	4,7	<0,005	<0,005	<0,004	0,005	<0,001	1,0366×50	0,0017	<0,0001	0,281	0,0025
Улчонок	6,86	80,8	2,8	<0,005	<0,005	<0,004	0,004	0,003	0,2110×10	0,0094	0,0001	0,263	0,0168
Пульпа после очистки	11,69	139,7	1,3	6,9	1,5	<0,004	0,368×50	0,005	0,5366×50	0,0048	<0,0001	0,345	1,049×50
Пульпа до очистки	13,38	188,3	1,1	9,4	2,8	<0,004	0,232×50	0,418×50	0,5230×50	0,0083	0,0006	0,221	12,732×500

Таблица 2

Данные химического анализа проб после высадки гидрофита (20. 09. 2010 г.)

Наименование проб	Определяемые вещества												
	pH	Взвешенные вещества	БПК ₅	CN	CNS	Zn	Co	Ni	Mn	Pb	Cd	Fe	Cu
Улчонок	7,11	3,4	2,4	<0,005	<0,005	<0,004	<0,001	<0,001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,001	<0,0001
Пульпа после очистки	7,46	7,1	3,3	<0,005	<0,005	<0,004	0,008	<0,001	0,053	<0,0001	<0,0001	0,013	0,0137
Пульпа до очистки	7,86	9,2	0,9	<0,005	<0,005	<0,004	0,041	<0,001	0,104	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,1638

Величина суммарного показателя загрязнения (Z_c) достигает 154. Коэффициент концентрации (K_c) в селебной зоне, к сожалению, не соответствует допустимой категории загрязнения исследованных почв, отобранных в районе расположения ветхого жилья (и дач), на расстоянии 1,5 км от хвостохранилища. Самые высокие концентрации выявлены в почвенно-растительном покрове вблизи хвостохранилища (на расстоянии 100-500 м). С удалением от источника загрязнения уровень загрязнения снижается.

Разработаны предложения по снижению негативно-го воздействия техногенного объекта на экосистемы.

Литература

1. Певзнер М.Е., Малышев А.А., Мельков А.Д. Горное дело и окружающая среда. М.: МГУ, 1997. 298 с.
2. Вернадский В.И. Биосфера. М.: Мысль, 1967. 287 с.
3. Колесников Б. П., Моторина Л. В. Методы изучения биогеоценозов в техногенных ландшафтах // Программа и методика изучения техногенных биогеоценозов: сб. ст. М., 1978. С. 5-12.
4. Трубецкой К.Н., Галченко Ю.П., Бурцев Л.Н. Охрана окружающей среды при освоении недр // Вестн. РАН, 1998. Т. 68. № 7. С. 629-637.
5. Саксин Б.Г., Крупская Л.Т., Ивлев А.М. Региональная экология горного производства. Хабаровск: ИГД ДВО РАН, 2001. 233 с.
6. Пашкевич М.А. Техногенные массивы и их воздействие на окружающую среду. СПб.: С.-Петербург. горный ин-т, 2000. 230 с.
7. Крупская Л.Т. Охрана и рациональное использование земель на горных предприятиях Приамурья и Приморья. Хабаровск: ДВО РАН, Приамурск. геогр. о-во, 1992. 175 с.
8. Тимофеева С.С. Экологическая биотехнология. Иркутск: Изд-во Иркут. гос. техн. ун-та, 1999. 210 с.
9. Шлотгауэр С.Д. Антропогенная динамика и возобновление растительности на горнопромышленных отвалах речных пойм Охотии // Научные и практические аспекты добычи цветных и благородных металлов: докл. междунар. совещания. Хабаровск, 2000. Ч. 2. С. 473-482.
10. Андерсен Дж.М. Экология и наука об окружающей среде. Л.: Гидрометеоздат, 1988. 165 с.
11. Буриев С.Б., Ахундов А.А., Ахундов Х.Х. Биотехнологические основы очистки сточных вод золотоизвлекательной фабрики // Фотосинтез и фотобиотехнология: тез. докл. Пушино, 1991. С. 17-23.
12. Лескова Л.П., Крупская Л.Т., Морин В.А., Гула К.Е. Экологические проблемы освоения недр в ЗАО «Многовершинное» и современные подходы к их решению // Горный информационно-аналитический бюллетень, 2007. № 9. С. 519-525.
13. Мамаев Ю.А., Ван-Ван-Е А.П., Литвинцев В.С., Шевелева Е.А., Пельцман И.С., Пономарчук Г.П., Корнеева С.И. Проблемы добычи золота из россыпей Дальнего Востока на современном этапе

// Добыча золота. Проблемы и перспективы: материалы конф. Владивосток, 1997. Т. 1. С. 13-23.

14. Старожилов В.Т., Леоненко А.В., Крупская Л.Т., Дербентцева А.М. Геоэкология минерально-сырьевого природопользования ландшафтов юга Дальнего Востока: моногр. Владивосток: Изд-во ДВГУ, 2009. 87 с.
15. Липина Л.Н. Геоэкологические и технологические аспекты влияния отходов рудной золотодобычи на окружающую среду при освоении недр // Экологические системы и приборы. 2011. № 11. С. 11-15.

References

1. Pevzner M.E., Malyshev A.A., Mel'kov A.D. Mining engineering and the environment. M.: MGU, 1997, 298 s.
2. Vernadsky V.I. Biosphere. M.: Mysl', 1967. 287 s.
3. Kolesnikov B. P., Motorina L. V. Methods to study biogeocenosis in the anthropogenic landscapes // Programma i metodika izucheniya tekhnogennykh biogeotsenozov: sb. st. M., 1978. S. 5-12.
4. Trubetskoy K.N., Galchenko Yu.P., Burtsev L.N. Environmental protection while developing mineral resources // Vestnik RAN, 1998. T. 68. № 7. S. 629-637.
5. Saksin B.G., Krupskaya L.T., Ivlev A.M. Regional mining ecology. Khabarovsk: IGD DVO RAN, 2001. 233 s.
6. Pashkevich M.A. Anthropogenic tracts of land and their environmental impact. Spb.: Spb. gorny institut, 2000., 230 s.
7. Krupskaya L.T. Rational use and protection of lands at the Priamuriye and Primoriye mining enterprises. Khabarovsk: DVO RAN, Priamursk. geogr. ob-vo, 1992. 175 s.
8. Timofeeva S.S. Ecological biotechnology. Irkutsk: Izd-vo Irk. GTU, 1999. 210 s.
9. Shlotgauer S.D. Anthropogenic dynamics and revegetation on the mine dumps of the Okhotiya floodplains // Nauchnye i prakticheskie aspekty dobychi tsvetnykh i blagorodnykh metalloov: dokl. mezhd. Soveshchaniya. Khabarovsk, 2000. № 2. S. 473-482.
10. Andersen Dzh. M. Ecology and environmental science. L.: Gidrometeoizdat, 1988. 165 s.
11. Buriev S.B., Akhunov A.A., Akhundov Kh.Kh. Biotechnology fundamentals of gold producing mill sewage treatment // Fotosintez i fotobiotehnologiya: tez. dokl. Pushchino, 1991. S. 17-23.
12. Leskova L.P., Krupskaya L.T., Morin V.A., Gula K.E. Environmental problems of mineral resources development in "Mnogovershinnoye" close corporation and a modern approach to solve them // Gorny informatsionno-analitichesky byulleten', 2007. № 9. S. 519-525.
13. Mamaev Yu. A., Van-Van-E A.P., Litvintsev V.S., Sheveleva E.A., Pel'tsman I.S., Ponomarchuk G.P., Korneeva S.I. Gold mining problems on the Far Eastern goldfields at the present stage // Dobycha zolota. Problemy i perspektivy: materialy konf. Vladivostok, 1997. T. 1. S. 13-23.
14. Starozhilov V.T., Leonenko A.V., Krupskaya L.T., Dербентseva A.M. Geo-ecology of mineral raw material nature management of the landscapes in the south of the Far East: monogr. Vladivostok: Izd-vo DVGU, 2009. 87 s.
15. Lipina L.N. Geo-ecological and technological aspects of gold mining wastes impact on the environment while developing mineral resources // Ekologicheskie sistemy i pribory. 2011. № 11.S. 11-15.

УДК 502. 654

Исследования температурных условий почв Приамурья

Т.С. Демидова¹, О.М. Морина¹, Л.П. Майорова¹

¹Тихоокеанский государственный университет, ул. Тихоокеанская 136, Хабаровск, Россия. E-mail: demidova_tatiana@mail.ru
Статья поступила 20.03.2012, принята 05.09.2012

В связи с намечаемым ростом населения и освоением новых территорий в Амурской области, а также слабой изученностью почвенного климата, целью публикации стало выявление особенностей терморежима. В статье рассматривается термический режим разных типов почв в нескольких аспектах: по температурам выше 0°C, экологически достаточным (бо-