

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова»

На правах рукописи



Иванов Василий Васильевич

**ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРИРОДНЫХ
КОМПЛЕКСОВ ПРИ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИИ
В УСЛОВИЯХ КРИОЛИТОЗОНЫ (на примере Якутии)**

25.00.36 – Геоэкология (науки о Земле)

Диссертация на соискание ученой степени
доктора географических наук

Научные консультанты:
доктор геолого-минералогических наук,
профессор Ю.В. Шумилов
доктор биологических наук,
профессор С.И. Миронова

Якутск – 2014

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕВЕРНЫХ РЕГИОНАХ.....	11
1.1. Историко-географический опыт освоения минеральных ресурсов Севера России и Якутии.....	11
1.2. Специфика физико-географических условий недропользования в Якутии.....	28
1.3. Бассейново-экосистемная методология решения проблемы недропользования.....	36
1.4. Геоэкологическая типизация природных комплексов и объектов недропользования Якутии.....	63
ГЛАВА 2. ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ФОРМЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЭКОСИСТЕМЫ ПРИ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИИ В УСЛОВИЯХ КРИОЛИТОЗОНЫ	80
2.1. Развиваемые при недропользовании процессы и их последствия.....	80
2.2. Географические и геокриологические процессы и факторы.....	90
2.3. Геологические и горно-технические особенности месторождений, вещественный состав добываемого сырья и депонирующих сред.....	110
2.4. Технологические факторы воздействия недропользования на экосистемы и географическую среду в условиях криолитозоны.....	121
ГЛАВА 3. СТАДИЙНОСТЬ ТРАНСФОРМАЦИИ ИСХОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ КРИОЛИТОЗОНЫ В ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫЕ ЭКОСИСТЕМНЫЕ КОМПЛЕКСЫ (ПТЭСК).....	141
3.1. Принципиальная схема формирования природно-техногенных экосистемных комплексов при недропользовании.....	141
3.2. Особенности формирования ПТЭСК при разработке россыпных месторождений.....	155
3.3. Образование ПТЭСК при разработке рудных месторождений....	168
3.4. Геоэкологические особенности ПТЭСК при освоении кимберлитовых трубок.....	183
3.5. ПТЭСК, образующиеся при разработке угольных месторождений.....	191
3.6. Элементы формирования ПТЭСК при прокладке линейных сооружений.....	205
3.7. Типизация объектов недропользования Якутии по формам и масштабам воздействия на географическую среду.....	210
ГЛАВА 4. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ НЕКОТОРЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИИ В УСЛОВИЯХ ЯКУТИИ.....	225

4.1. Экологическое оздоровление производственной зоны при гор- ных работах по пылевому фактору.....	227
4.2. Мероприятия по рекультивации нарушенных земель при недро- пользовании.....	237
ГЛАВА 5. КОНЦЕЦИЯ ЭКОЛОГО-НОРМАТИВНОГО РЕГУЛИ- РОВАНИЯ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ КРИОЛИТО- ЗОНЫ.....	259
5.1. Принципы экологического нормирования как методологическая основа недропользования в условиях криолитозоны.....	259
5.2. Основные положения концепции системы эколого- нормативного недропользования при переходе к устойчивому раз- витию северных регионов.....	282
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	291
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	295
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	334

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Специфический вид природопользования – недропользование - на территории Якутии стало приобретать все большие масштабы, начиная с 20 – х годов XX столетия. Сначала это были разработки россыпного золота в Южной Якутии, а в последующие десятилетия широкое развитие получила добыча алмазов, угля, золота, олова, сурьмы и ряда других полезных ископаемых. Планируется освоение залежей урановых, железных и фосфорсодержащих руд, на основе которых на территории республики будут строиться горно-металлургические комбинаты и горно-химические комплексы. В последние десятилетия развивается нефтегазовая промышленность, начаты поисково-разведочные работы на акваториях шельфа Якутии и прилегающих к ним районах суши.

Интенсивно возрастающие темпы недропользования в Якутии привели к негативным изменениям природной среды, достигающим в ряде горнопромышленных районов региона состояния критической экологической ситуации.

В этой связи актуальность диссертации обусловлена:

- **в теоретическом** отношении – необходимостью разработки системной научно-геоэкологической основы недропользования в условиях криолитозоны;
- **в научно-практическом** отношении - потребностью осуществления научно обоснованных природоохранных мероприятий по рекультивации и восстановлению нарушенных горной промышленностью экосистемных комплексов и оздоровления производственной среды с учетом геоэкологических условий криолитозоны и современных технологических возможностей.

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена также предстоящим осуществлением проектов, предусмотренных в «Схеме комплексного развития производительных сил, транспорта и энергетики Республики Саха (Якутия) до 2020 года», в инвестиционном проекте «Комплексное развитие Южной Якутии» и других, что неизбежно вызовет дальнейшее усиление техногенного воздействия на экосистемы всего региона.

Целью диссертационной работы является выявление основных закономерностей трансформации экосистемных комплексов при освоении месторождений минеральных ресурсов и разработка геоэкологической концепции недропользования в условиях криолитозоны на примере Якутии.

Для достижения этой цели были решены следующие задачи:

- систематизированы имеющиеся в литературе теоретические и прикладные разработки по проблеме недропользования в условиях северных регионов;
- изучены природно-климатические и геоэкологические факторы недропользования в условиях криолитозоны и приведена их типизация для условий Якутии;
- оценена динамика трансформации природных комплексов в зависимости от исходных природных условий, вида добываемого сырья, применяемых технологий добычи, продолжительности и масштабов освоения месторождений;
- разработаны и внедрены высокоэффективные способы и средства по экологическому оздоровлению производственной среды по пылевому фактору при разработке угольных месторождений криолитозоны;
- разработаны технологии и научно-практические рекомендации по рекультивации нарушенных земель в различных ландшафтных областях Якутии и для отдельных групп месторождений полезных ископаемых;
- разработана геоэкологическая концепция недропользования для условий крупнейшего региона России, позволяющая минимизировать техногенное воздействие на экосистемы.

Объектом исследования являются экосистемные комплексы Якутии, подверженные техногенному воздействию при недропользовании.

Предмет исследования - геоэкологические условия размещения основных видов полезных ископаемых, оценка преобразования экосистем при недропользовании и мероприятия по охране природной среды при освоении месторождений.

Фактический материал, районы и объекты исследований. Основой для диссертационной работы послужили данные комплексных геоэкологических исследований и наблюдений, проведенных соискателем лично или под его научным

руководством в разных регионах Якутии в период с 1981 года по настоящее время. Опытно-экспериментальные работы проводились на угольных предприятиях Магаданской области и Якутии. Геоэкологическими исследованиями и наблюдениями были охвачены экосистемные комплексы, подверженные техногенному воздействию при разработке месторождений россыпного и рудного золота, олова и каменного угля в различных ландшафтных областях Якутии (Северной – Западной – Восточной - Центральной - Южной).

Методика исследований. В процессе комплексных исследований применялся широкий набор методов, включающих анализ литературных и фондовых материалов, данных собственных полевых наблюдений по геологическому строению, геоморфологическим, геокриологическим, ландшафтным и геоэкологическим особенностям изучаемых природных и природно-техногенных комплексов, лабораторных и шахтных экспериментов по пылеобразованию и пылеподавлению при разработке каменного угля в условиях криолитозоны.

Научная новизна.

1. Впервые для крупнейшего горнопромышленного региона России выполнена геоэкологическая типизация объектов недропользования.
2. Выявлены основные природно-климатические, геологические и технологические факторы, совокупно влияющие на преобразование экосистемных комплексов Якутии в результате недропользования.
3. Доказано, что при недропользовании происходит преобразование природных комплексов в природно-техногенные экосистемные комплексы (ПТЭСК), включающие как природные, так и техногенные элементы, взаиморасположение которых и преобладание одной части над другой зависят от основных факторов недропользования.
4. Впервые для Якутии обоснована стадийность трансформации природных комплексов при разработке различных типов месторождений минерального сырья.

5. Научно обоснована и практически реализована возможность использования градиента отрицательных и положительных температур для повышения эффективности пылеподавления;

6. Разработаны и внедрены высокоэффективные средства снижения запыленности воздуха при работе угольных комбайнов в условиях криолитозоны (авторские свидетельства №1105658; №1254171);

7. Впервые апробированы для различных групп месторождений полезных ископаемых эффективные в условиях Севера принципиальные схемы и технологии биологической рекультивации (патент на изобретение №2462854);

8. Разработана региональная геоэкологическая концепция недропользования, основанная на принципах экологического нормирования недропользования в условиях криолитозоны и позволяющая минимизировать экологические последствия освоения новых минерально-сырьевых районов Якутии.

Основные защищаемые положения:

1. При недропользовании в условиях криолитозоны основой экологического нормирования и разработки эффективных мер охраны природной среды является геоэкологическая типизация объектов недропользования – месторождений полезных ископаемых и экосистемных комплексов.

2. Преобразование исходных экосистемных комплексов криолитозоны является функцией сопряженного взаимодействия криогенеза, вещественного состава добываемого сырья и депонирующих сред, горно-геологических параметров продуктивных залежей, технологии добычи полезного ископаемого, масштабов и длительности разработки месторождений.

3. Преобразование экосистем в результате недропользования сопровождается формированием природно-техногенных экосистемных комплексов (ПТЭСК), развитие которых зависит от этапов освоения месторождений полезных ископаемых.

4. Обоснована геоэкологическая концепция недропользования в Якутии, основанная на применении принципов регионального экологического нормирования и приемов охраны природной среды, рекультивации нарушенных ландшафтов.

шафтов и оздоровления производственной среды, разработанных с учетом особенностей криолитозоны.

Практическая значимость работы.

Научно-методические и теоретические выводы, обоснованные в диссертационной работе, успешно использованы при решении следующих практических задач:

- на основе ряда предложений и научных результатов автора по снижению влияния горных работ на производственную и природную среду по пылевому фактору разработаны и согласованы с производственными объединениями «Якутуголь» и «Северовостокуголь» «Временное руководство по комплексному обеспыливанию угольных шахт Северо-Востока СССР» (1986 г.), которые приняты для практического использования на шахтах ПО «Якутуголь» (акт о передаче законченной НИР от 13.01.1989 г.)

- разработанные с участием автора высокоэффективные средства пылеподавления, защищенные авторскими свидетельствами на изобретение, внедрены в угольных шахтах Якутии и Магаданской области в 1985-1990 гг. (акты внедрения от 22.05. 1985 г.; 03.03. 1986 г.; 24.02. 1988 г.);

- рекомендации по отводу под самозарастание земель, нарушенных горными работами, согласованы с контролирующими природопользование органами Республики Саха (Якутия) и успешно применены в ОАО «Алданзолото ГРК»;

- результаты комплексных геоэкологических исследований проведенных под руководством автора использованы при составлении разделов «Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС)» проектов разработки месторождений полезных ископаемых;

- разработанные рекомендации и технологические схемы по рекультивации нарушенных земель использованы на объектах АК «АЛРОСА», ОАО ХК «Якутуголь», ОАО «Алданзолото ГРК» (с 1994 г. по настоящее время.);

- диссертантом был подготовлен и читался курс лекций по экологическому нормированию природопользования в условиях криолитозоны в Северо-Восточном федеральном университете им. М.К. Аммосова;

- разработанное с участием автора учебно-методическое пособие по рекультивации земель при разработке месторождений полезных ископаемых Якутии используется при чтении спецкурсов по специальности «Природопользование» на кафедре экологии СВФУ.

Личный вклад автора заключается в сборе и анализе фондовых, литературных, картографических материалов по теме работы, в организации экспедиционных исследований и участии в них, в проведении экспериментов в лабораторных и производственных условиях по снижению запыленности воздуха и рекультивации нарушенных земель, во внедрении результатов исследований в производство, в подготовке экспертных заключений Государственной экологической экспертизы.

Апробация работы и публикация результатов. Результаты исследований докладывались на 17 международных, 7 российских и 12 региональных конференциях и семинарах, на ученых советах и научных семинарах НИИПЭС СВФУ, ИГДС СО РАН, на объединенных ученых советах АН РС(Я).

По теме диссертации опубликовано 89 работ, в том числе 5 монографий в соавторстве, 17 статей в рецензируемых научных изданиях и 5 учебных и методических пособий, научно-практических рекомендаций. Диссертантом в соавторстве получены 2 свидетельства и 1 патент на изобретения.

Структура и объем. Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения, списка использованной литературы, включающего 388 наименований, содержит 345 страниц, 29 таблиц, 21 рисунок и приложения на 10 стр.

Благодарности. Автор считает своим долгом выразить глубокую благодарность научным консультантам д.г.-м.н., проф. Ю.В. Шумилову, д.б.н., проф. С.И. Мироновой, директору НИИПЭС СВФУ д.б.н. Г.Н. Саввинову, директору-организатору Института прикладной экологии Севера д.б.н., проф. Д.Д. Саввинову, д.т.н., проф. Е.Н. Чемезову, д.б.н. Я.Л. Вольперту, к.г.н. А.Н. Горохову, к.г.н. А.Н. Федорову, своим коллегам из НИИПЭС СВФУ и ИГДС СО РАН за ценные советы и помощь при подготовке диссертационной работы.

ГЛАВА 1. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕВЕРНЫХ РЕГИОНАХ

Общее понятие «**природопользование**» было введено в 60-х годах XX в. Ю.Н. Куражковским (1969). В дальнейшем понятие и концепции природопользования как научно-практического направления теоретической и прикладной экологии были расширены и развиты в работах В.А. Анучина, Д.Л. Арманд, П.Я. Бакланова, К.Н. Благосклонова, Ю.К. Ефремова, А.А. Иноземцева, В.М. Котлякова, Т.М. Красовской, Ю.П. Михайлова, В.С. Преображенского, В.М. Разумовского, Н.Ф. Реймерса, Н.П. Федоренко, А.С. Шейнхауза, Р. Костанза и других.

В современной прикладной и экономической географии получает все большее признание представление о природопользовании как об особой сфере деятельности, направленной на взаимосвязанное решение трех основных задач – ресурсобеспечения, сохранения среды жизни людей, охраны разнообразия природы (Преображенский и др., 1985; Геоэкология и природопользование, 2005).

Недропользование является одним из видов природопользования, характеризующий чаще всего вид деятельности по добыче, переработке и использованию минеральных ресурсов. Своего рода классическим примером региона, в котором недропользование стало ведущей отраслью экономики и осуществляется в условиях целого спектра географических условий и специфических природных отличий, является Якутия (рисунок 1.1).

1.1. Историко-географический опыт освоения минеральных ресурсов Севера России и Якутии

В литературе имеются сведения о том, что побережья и острова Северного ледовитого океана осваивались 10-15 тыс. лет назад, а 4-5 тыс. лет назад все арктическое побережье России и других государств полярной области Земли было заселено охотниками и рыбаками (Додин, 2005). Таким образом, традиционные

виды природопользования на севере России имеют более длительную историю, чем развитие здесь недропользования.



Рисунок 1.1. Основные минеральные ресурсы Якутии (Республика Саха (Якутия)... , 2009) и объекты (отмечены синими кружками) исследований автора.

Европейский Север своим географическим положением был поставлен играть роль плацдарма для освоения арктических и восточных земель, а уроженцы Севера были хорошо подготовлены для трудных экспедиций.

Расцвет края пришелся на XVI—XVII вв., когда через Север установились регулярные торговые связи с западноевропейскими странами. Холмогоры, а затем Архангельск, с момента прибытия в устье Северной Двины английских кораблей Р. Ченслера в 1556 г., задолго до основания Санкт-Петербурга, служили для России “окном в Европу” (Лаппо, <http://geo.1september.ru/articlef.php?ID=199903203>).

Начальный этап развития недропользования на севере России.

Начальный этап освоения месторождений минеральных ресурсов на севере России связан с историей расширения границ Российского государства в северном, северо-восточном направлениях, с морскими походами поморов и русских полярников по побережьям Ледовитого океана в XIV-XV веках.

Основополагающую роль в развитии природопользования на Севере России играли дальние торговые связи, сопряженные с прокладкой новых транспортных путей и освоением сопредельных с ними территорий (Кузнецова, 2002).

Хронология основных событий по сравнительно быстрому передвижению российского флага в северо-восточном направлении представлена в таблице 1.1, которая составлена по материалам Ю. Лощица, изложенных в 2002 в оригинальной публикации на сайте <http://www.voskres.ru/idea/yakutiya.htm> с добавлением автора. Присоединение Западной Сибири и стремительное передвижение казачьих отрядов в восточном направлении обусловили начавшуюся в XVII в. российскую колонизацию обширной территории Северо-Востока Азии. К этому времени огромные пространства тундры и лесотундры, пересекаемые множеством рек, включая и такие крупные, как Лена, Колыма, Индигирка, Яна, Оленек, Анабар, Хатанга, с древнейших времен населяли различные по своему происхождению и языкам народы — якуты, чукчи, эскимосы, юкагиры, чуванцы, эвены и эвенки, которые вели традиционно северные способы хозяйствования: рыболовство, оленеводство, охотничий промысел (Боякова, 2001; Парникова, 1971).

К.Д. Уткиным (1992) на основе актовых материалов XXVII в. и по анализам

работ членов Второй Камчатской экспедиции В. Беринга, Г.Ф. Миллера, И.Г. Гмелина, Г.В. Стеллера приводятся сведения об использовании якутами Лены до 1621-1630 гг. технологии кустарной добычи железной руды и ее обработки для производства палым, наконечников стрел, копий и ножей.

В известных работах Р.К. Маака (1887) и В.Л. Серошевского (1896) подчеркивается древность развитие кустарного производства железа якутами, приводятся краткие описания технологии, наименования изделий из железа. Наряду с железорудным делом якутские мастера того времени производили высокохудожественные украшения из серебра, ковали медные изделия (Уткин, 1992).

Таблица 1.1

Основные события передвижения русских служивых людей,
экспедиций на северо-восток России в XIII- XVIII вв.

Дата	События	Источник
XIII-XIV вв	«Приход предков якутов на Среднюю Лену в XIII-XIV вв. заставил тунгусские роды отойти к западу и востоку от этой реки, а также продвигаться в ее низовья».	С.И. Боякова. Освоение Арктики и народы Северо-Востока Азии. Новосибирск, 2001, 16.
1555	«в титуле Ивана IV в грамотах к иностранным монархам появились слова: «И всеа Сибирския земли повелитель».	В.Н. Иванов. Вхождение Северо-Востока Азии в состав Русского государства. Новосибирск, 1999.
1574	«30 мая 1574 года Иоанн дал им сию грамоту, где сказано, что Яков и Григорий Строгановы могут укрепиться на берегах Тобола и вести войну с изменником Кучюмом для освобождения первобытных жителей Югорских, наших данников, от его ига»	Н. Карамзин. История государства Российского. М., 1997, Т.9, с. 479
1581	начало похода Ермака в Сибирь	Советский Энциклопедический Словарь (СЭС). М., 1979
1583-84	успешные походы Ермака «на север – вниз по Иртышу и Оби до Белогорья, и на запад – по Тавде до Пельма».	В. Н. Иванов
1586	основание Тюмени, первого русского города в Сибири.	СЭС.
1587	письменный голова Данила Чулков со своими людьми спустился от Тюмени по Тоболу и у впадения его в Иртыш заложил крепость Тобольск	СЭС.
1593	Основан Сургут на Оби, «центр русской колонизации Сибири»	СЭС
1595	основание Обдорска (Салехард).	СЭС.
1601	основание Мангазеи в Западной Сибири, на правом берегу р. Таз.	СЭС
1604	основание Томска	СЭС
1619	основание Енисейского острога	В. Н. Иванов
1628	Основание Красноярского острога	В.Н. Иванов
1630	Отряд тобольского служилого человека Антона Добрынского с верховьев Нижней Тунгуски зимой прошел на Чону – приток Вилюя, из Вилюя пошел вверх по Лене, заодно разведав и Алдан. В следующем году вернулись в Туруханск.	В.Н. Иванов
1631	поставлен Братский острог. СЭС	СЭС
1632	стрелецкий сотник Петр Бекетов по предписанию енисейского воеводы Ждана Кондырева спустился вниз по Лене и в сентябре заложил острог Ленский, от которого берет начало Якутск	В.Н. Иванов

1633-1638	поход Ивана Реброва (вниз по р. Оленёк, далее на восток вдоль морских побережий, до Индигирки, с глубоким заходом вверх по ее течению)	Географический атлас Якутии (ГАЯ) Я.-М., 2000
1635	Петр Бекетов вторично пришел из Енисейска на Лену и основал острожек Олёкминский, «первоначально против устья р. Олёкма, потом перенесен на 12 км вверх по Лене».	Энциклопедия Якутии (ЭЯ)
1638	официальная дата основания Русского Устья на Индигирке, привязанная к походу Ивана Реброва. Но есть основания считать, что русско-устыинцы пришли сюда морем от европейского Севера еще до казачьих экспедиций.	В. Распутин Сибирь, Сибирь... М., 1990
1638	отрядом енисейских казаков основаны Верхоянск и Зашиверск, как казачьи зимовья	ЭЯ
1639	томский служилый человек Иван Юрьевич Москвитин, выйдя с отрядом казаков из Якутска, первым из русских землепроходцев достиг Охотского моря	В.Н. Иванов
1643-1646	Василий Данилович Поярков из Якутска спускается по Лене до Алдана, затем идет вверх по Алдану до Учюра и его притока Гонама. Отсюда волоком до верховьев Бранты, до Зеи; спускается к Амуру, открывает его устье. Наблюдает Сахалин. Возвращается в Якутск через устье р. Ульи, где зазимовали и весной из верховьев Ульи перебрались в верховья Майи и спустились до Алдана и Лены. Составил чертеж Амура (1644-1645). В 1648 вернулся в Москву.	ЭЯ
1646	Семен Андреевич Шелковников заложил «Косой», впоследствии Охотский острог, первый и надолго единственный порт России на Тихом океане.	Первопроходцы Сборник. М., 1983
1648-1659	поход Семёна Ивановича Дежнева совместно с Поповым (Федотом Алексеевым) на восток от устья Колымы. К сентябрю были в проливе между Азией и Америкой (за 80 лет до Беринга). По указанию Дежнева составлен чертеж Анадыря	Первопроходцы
1649-1653	поход Ерофея Павловича Хабарова из Якутска через Олёкминск вверх по Олёкме и волоками до Шилки на Амур. Составил «Чертеж реке Амуру».	ЭЯ
1667	в «Чертеже Сибирской земли» П.И. Голубева впервые появились сведения о Якутии	Геология Якутской АССР. - М.: Недра, 1981. - 300 с
1697	в Якутске создан большой чертеж Ленского края (т.н. «Чертеж земли Якутского города»). Доставлен в Москву одним из его составителей, сыном боярским Максимом Мухомовым. С.Ремезов снимал с него копию.	Первопроходцы
1715	Указ Петра I о создании Великой Северной экспедиции	Додин Д.А. Устойчивое развитие Арктики. – СПб.: Наука, 2005. - 283 с.
1728	Первая Камчатская экспедиция Витуса (Ивана Ивановича) Беринга (1681-1741) и Алексея Ил. Чирикова (1703-1748). 13 июля вышли на пакетботе «Св. Гавриил» из устья Камчатки, открыли острова Св. Лаврентия и Диомиды, прошли проливом из Тихого в Ледовитый океан.	Д.А.Ширин. Россия: научное исследование Арктики. Новосибирск. 2001, 15.
1730	осенью Иван Федоров, Михаил Гвоздев, Кондратий Мошков на «Св. Гаврииле» отправились к берегам Аляски. В конце авг. 1732 они «первыми из россиян достигли берегов Сев. Америки»	И.Скарбек За тридцать земель. М., 1988
1733-1743	годы проведения 2-й Камчатской экспедиции. В разных ее отрядах и подразделениях участвуют более 1000 человек: офицеры, ученые, студенты, в том числе, будущий академик Степан Петрович Крашенинников (1711-1755). Побережья и острова Ледовитого океана обследуют отряды Д.Я. и Х.П.Лаптевых, П.Ласиниуса (скончался от цинги 18 дек. 1735 г.), В.Прончищева (скончался на р. Оленек 29 авг. 1735 г.). Янтарь в районе Хатанги (академик П.Я. Страленберг), железо на о. Медвежий. И.Г. Гмелин во время второй Камчатской экспедиции впервые обнаружил в 1736 году бурый уголь на Сургуевом камне (Кангаласское месторождение, Якутия)	Д.Ширин Угольная база России. Том V. Книга 2. Угольные бассейны и месторождения Дальнего Востока России (Республика Саха, Северо-Восток, о.Сахалин, п-ов Камчатка). – М.: ЗАО «Геоинформмарк»,

	В это же десятилетие в составе Сибирской экспедиции Беринга работает историк Г.Ф.Миллер (1705-1783). Он обследует архивы Тобольска, Тюмени, Тары, Туринска, Омска, Березова, Мангазеи (всего свыше двадцати архивов, из которых в «портфели» Миллера вошли 38 фолиантов копий актового материала). В 1750 вышел первый том его «Описания Сибирского царства».	1999. – 638 с. Н.Л.Рубинштейн. Русская историография. М,1941
--	---	--

В этот период в России собственная добыча ценных минеральных ресурсов проводилась в очень ограниченных объемах. На Российском севере известны разработки норильской меди в Мангазее, соляных мест («варницы») на Кольском полуострове, серы, слюды, нефти в Пустозерске, распространение железоделательного производства до Белого моря (Арктика..., 2000). Тем не менее, основным источником поступления золота, серебра, алмазов и драгоценных камней оставались иностранные монеты, украшения. Для расширения торгово-экономических связей с зарубежными государствами, строительства дворцов, развития производительных сил, почти одновременно с пушным промыслом, сбором для государевой казны ясака, с целью поисков ценных полезных ископаемых снаряжались экспедиции из служилых посыльных, охотчих людей и рудознатцев в бассейны Печоры, Цыльмы, Яйвы, Волги, Камы и других рек. Поиски в основном были связаны с выявлением залежей золота, серебра, меди, железа, строительных материалов, цветных камней.

В развитие российского горного промысла, металлургии значительный вклад внесли реформы Петра I, который считал, что обеспечение всевозрастающих нужд России в минеральных ресурсах для гражданских и военных целей является наряду с судостроением делом государственной важности.

По его инициативе в 1719 году все действовавшие в России нормативные документы по горному делу были сведены в единый законодательный акт – «Горную привилегию», в которой были предусмотрены дополнительные регламентации и льготы для стимулирования поиска и обогащения полезных ископаемых. Данный закон внес значительный вклад в развитие освоения минеральных ресурсов в России (Золото России, 2002). В Петровский период кроме реформаторских преобразований в политической, экономической и военной сферах государственных

ной деятельности, произошли коренные нововведения в становление горно-металлургического комплекса.

Первым научным трудом, оказавшим большое значение для поисково-разведочного и горного дела, считается трактат великого русского ученого М.В. Ломоносова «О слоях земли», опубликованный в 1763 году и ставший настольной книгой для специалистов-рудознатцев (Золото России, 2002). В данной книге и в других своих трудах, посвященных горному делу, М.В. Ломоносов заложил основы направлений изучения залежей полезных ископаемых, закономерностей минералонакопления, методов и техники геолого-поисковых работ.

Значительное место в открытии многих месторождений полезных ископаемых севера России занимает проведенная в течение 11 лет (1733-1743 гг.) по императорскому указу Великая Северная экспедиция (Золото России, 2002, Арктика..., 2000). Главной целью экспедиции, сформулированной в императорском указе 1715 г., было «... проведать дорогу через Ледовитое море и тем самым прочно связать наши восточные окраины, и в частности Камчатку, с Европейской Россией».

Наряду с открытием новых морских путей, островов, проливов, земель на побережье Северного ледовитого океана, их изучением и картированием были собраны и материалы о минеральных ресурсах (месторождения Таймыра, Кольского полуострова, острова Шпицберген и др.), которые в дальнейшем стали основой более углубленных геологических поисков и открытий новых месторождений полезных ископаемых. Первая карта побережья моря Лаптевых, основой, которой служили материалы В. Пронищищева, П. Ласиниуса, Дмитрия и Харитона Лаптевых, была издана в 1754 г. (Геология Якутской АССР, 1981). Масштабность и качество работ экспедиции были таковы, что на протяжении почти 200 лет после ее окончания гидрографические данные и описания берегов, собранные и составленные экспедицией, оставались без существенных поправок.

Высокую оценку результатам Великой Северной экспедиции давал М.В. Ломоносов, который первым предложил высокоширотный маршрут плавания севернее Новой Земли (Арктика..., 2000).

В 1750 г. на Ухте была организована добыча нефти, годовой объем которой до 80-х годов XVIII столетия составлял около 800 кг (Додин, 2005).

Значительный вклад при изучении северных территорий внесли экспедиции Русского географического общества и Российской академии наук, которые проводились в конце XIX в начале XX вв. В ходе экспедиций были собраны первичные материалы, сведения о многих известных в настоящее время крупных месторождениях полезных ископаемых.

Изучение территории Якутии в данный период связаны с именами известных исследователей конца XVIII и XIX в. С.П. Гмелина и С.П. Крашенникова (1733-1743 гг.), И.И. Биллингса (1786-1794 гг.), Г.А. Сарычева (1802 г.), А.Ф. Миннендорфа (1842-1845 гг.), Н.Г. Меглицкого (1849-1851 гг.), Р.К. Маака (1854-1855 гг.), А.Л. Чекановского (1873-1875 гг.), И.Д. Черского (1882-1893 гг.), А.А. Бунге и Э.В. Толля (1882-1884 гг.), В.А. Обручева (1882-1947 гг.). Несмотря на проведенные многочисленные экспедиции, в ходе которых накапливался материал, географическим и биологическим особенностям региона, по заключению специальной комиссии Геологического комитета в 1909 г., знакомство с геологией и горнопромышленными богатствами Северо-Востока Сибири совершенно ничтожно и страна эта принадлежит к числу наименее изученных на всем земном шаре (Геология Якутской АССР, 1981).

В то время, обладая огромной территорией и богатыми природными ресурсами, Российская империя была сравнительно отсталой страной, преимущественно с аграрной экономикой. Промышленность в России начало развиваться с отменой в 1861 г. крепостного права и бурным строительством железных дорог, протяженность которых за период 1861-1891 гг. возросло почти в 19 раз (Суханова, 2009).

Открытия многих месторождений полезных ископаемых связаны с исследованиями географии и геологии севера Сибири, проводимых в XIX в. (золотоносные россыпи Подкаменной Тунгуски, уголь и графит на реках Нижняя Тунгуска, Курейка, уголь и медь в районе Норильска, соль и нефть на п-ове Урюнг-Тумус) (Додин, 2005).

Отдельными промышленниками в те времена были предприняты попытки наладить использование минеральных ресурсов Севера. Так, например, дудинскими купцами Сотниковыми на Таймыре было выплавлено и продано 200 пудов черновой меди, однако дело оказалось убыточным и быстро заглохло (Арктика..., 2000). По сведениям академика А.Ф. Миддендорфа во второй половине XIX в. в Якутском округе ежегодное производство железа достигло до 2000 пудов (Уткин, 1992).

После заключения между Россией и Китаем в 1858 г. договора, по которому левобережные территории бассейна р. Амур стали принадлежать Российскому государству началось активное освоение амурских земель (Алексеев, 2010) и разработки открытых здесь россыпных месторождений золота.

В результате хищнической добычи богатейшие золотоносные россыпи бурейской, селемджинской и зейской тайги к концу XIX в. истощились, и промышленники и предприниматели начали поиски золота на территории Южной Якутии. В 1896 г. П.П. Аллаков после ряда поисковых работ заявил в Якутском полицейском управлении об открытии новых золотоносных площадей вблизи водораздела рек Брянта и Сутам (Алексеев, 2010).

В дальнейшем начиная с 1899 г. разработки золотоносных песков развернулись в бассейнах рек Джалинда, Тимптон, образовались прииски Алексеевский, Скобеленский, Адмиральский и группа Лебединских приисков, которые вели активную добычу россыпного золота.

В целом, по оценке Э.Э. Анерта, за 15 лет разработки золотоносных месторождений южной Якутии, было добыто не менее 16 тонн благородного металла, много золотого песка нелегально перешло за границу через китайских посредников-спиртоносов (Алексеев, 2010). В отдельные годы за границу утекало до 80-85% золота, а остатки доставались Якутскому отделению Госбанка (Антонов, 2002).

Считается, что наибольшего размаха добыча золота в предреволюционные годы достигла в период между 1902 и 1912 годами. К этому времени в бассейне верховий Алдана стала действовать Верхне-Амурская золотопромышленная ком-

пания (ВАЗКО), работавшая вплоть до 1917 года и открывшая ряд новых россыпных месторождений.

Экологические последствия кустарных или полукустарных промыслов по добыче золота, без использования тяжелой землеройной техники и буровзрывных работ, проявлялись главным образом при воздействии на водные и наземные экосистемы малых и средних водотоков.

Для отработки месторождения с россыпным золотом участок ручья или речки перегораживался каскадом земляных плотин, для укрепления которых забивались лиственничные сваи. В некоторых случаях для сбора воды в количествах необходимых для промывки песков проходились нагорные канавы.

Кроме того воздействие на экосистемы проявлялось в виде значительно возросшего охотничьего давления, в вылове рыбы. Главный ущерб природе был связан с вырубками леса для устройства пожаров с целью оттаивания мерзлого грунта. Но уже в тот период поступали жалобы от лесничих на участившиеся случаи лесных пожаров, связанных чаще всего именно с разработками россыпей.

Огромное значение в историю изучения Российского Севера внесли экспедиции великих русских ученых начала XX в. на Новую Землю и Шпицберген Ф.Н. Чернышева и В.А. Русанова, на севера европейской части России и Сибири Г.Л. Брусилова, Г.Я. Седова, Ф.Б. Шмидта, А.Л. Чекановского, И.П. Толмачева, в прибрежные районы северо-восточных морей П.А. Кропоткина, А.А. Бунге, Э.В. Толля, И.Д. Черского и др., в результате которых составлялись материалы по гидрографии, географии, геологии, полезным ископаемым, флоре и фауне ранее не исследованных территорий. Во многих отчетах участников экспедиций подчеркивались уникальность, перспективность освоения угольных, графитовых, медных руд и других полезных ископаемых.

В 1915 г. с целью «произвести по возможности полный учет наших богатств, выяснить степень их использования» Российской Академией наук под руководством академика В.И. Вернадского была создана комиссия по изучению естественных производительных сил и природных ресурсов страны.

Несмотря на достигнутые к тому времени успехи в изучении северных территорий в России основные добывающие мощности располагались в южных и центральных районах страны. Например, в 1913 г. в Донецком бассейне работало 186 угольных предприятий, которые выдавали на гора до 87% от всего добываемого по стране угля. В этом же бассейне производилась добыча до 88% каменной соли.

Почти все нефтяные разработки были сосредоточены в районах Баку (83%) и Грозного (13%), до 75% добычи железной руды велись на юге (Криворожский и Керченский районы), до 19% на Урале и до 5,7% в центральном районе (Тульские и Липецкие месторождения) России (Суханова, 2009).

Начало европейской колонизации Севера заложило качественно иной тип освоения региона, ориентированного на активное использование возобновляемых и невозобновляемых природных ресурсов. Под воздействием промышленно-промысловой экспансии существенной трансформации подверглись экологическая культура и опыт хозяйствования аборигенов, начало ухудшаться среда обитания, необратимые последствия произошли в их демографическом и социокультурном состоянии (Парникова, 1971; Головнев, 1993; Алексеев, 1996; Боякова, 2001).

Таким образом, на **начальном** наиболее длительном этапе (вплоть до 20-30 гг. XX в.) на севере России преобладали традиционные аборигенные формы хозяйственной деятельности – рыболовство, оленеводство, промысел морского зверя (Европейский Север) и добыча пушного богатства (Азиатский Север), заготовки леса, очаговое земледелие, различные заготовки и т.д.

В начальный период были заложены основы изучения природных условий и геологического строения северных земель, технологии добычи и переработки полезных ископаемых для суровых природно-климатических условий, накоплен значительный материал о месторождениях многих минеральных ресурсов на Севере, начаты разработки наиболее ценных из них. Набранный материал позволял ученым наметить дальнейшие перспективы более глубокого изучения региона, прогнозировать открытие новых районов расположения ценнейших, стратегиче-

ски важных для экономики государства минеральных ресурсов. Например, уже в 1915 г. В.И. Вернадским был обоснован прогноз открытия алмазоносной провинции в Сибири.

Вместе с тем, уже в этот период обозначились и некоторые негативные экологические последствия воздействия активизации хозяйственной деятельности на природную среду Севера, которые проявились в резком сокращении численности наиболее ценных пушных зверей, ошутимом изменении экосистем вследствие массовых пожаров в районах разработки месторождений полезных ископаемых, вынужденное переселение коренного населения в труднодоступные и отдаленные места.

Современный этап недропользования в России и Якутии.

Современный, относительно короткий этап наступает уже в XX в., длится по настоящее время и, уверенно экстраполируется на перспективу не менее чем до конца текущего столетия.

Исследования северных территорий страны продолжились и с образованием Советского государства, которое уже в первых документах обозначил национализацию недровых богатств. Так, например, в Декрете о земле (26 октября 1917 г.) говорится о том, что «все недра земли: руда, нефть, уголь, соль и т.д.... переходят в исключительное пользование государства».

В таблице 1.2 приведены основные результаты по развитию недропользования на Севере России с 1920 по настоящее время, из которой видно, что в течение данного периода идет широкое освоение крупнейших месторождений многих видов минерального сырья, что предопределило развитие строительства крупных населенных пунктов и их инфраструктуры (транспортная и инженерные сети, комплексы для переработки и размещения отходов производства и потребления, энергоснабжающие системы и устройства, комплексы по перегрузке и размещению грузов, товаров, строительных материалов и т.д.).

Для обеспечения горных работ, обогащения добытого сырья в первую очередь потребовалось подведение или создание на местах энергоснабжающих мощностей,

транспортных магистралей большой пропускной способности. В целом для всех этих мероприятий отводились огромные площади нетронутых до этого территорий,

Таблица 1.2

Основные события, связанные с открытием и началом разработки крупных месторождений полезных ископаемых на Севере России

Дата	События
1920	Открытие группой ученых под руководством Н.Н. Путинцева Норильска I
1923	Открытие М. Тарабукиным крупного месторождения россыпного золота на Алдане
1925	Образован союзный трест «Алданзолото»
1928-1930	Начало добычи угля на Сангарском и Кангаласском месторождениях в Якутии
1931	Создан трест «Якутзолото»
1927-1930	Открытие группой ученых под руководством А.Е. Ферсмана уникальных апатитовых месторождений на Кольском полуострове
1929-1931	Строительство первого апатитового рудника и первой обогатительной фабрики в г. Кировске
1931	На основании открытий Ю.А. Билибина, Н.А. Цареградского начато освоение крупнейшего в мире Колымского золотороссыпного района
1932	Открытие медно-никелевых месторождений на Кольском полуострове
1935	Решение Правительства СССР о строительстве Норильского горно-металлургического комбината
1935-1950	Открытие месторождений олова «Валькумейское», «Иульгинское на Чукотке; «Эге Хая», Депутатское в Якутии
1936-1939	Начало освоения месторождений золота в Усть Майском районе Якутии, создание треста «Джугдзурзолото»
1938	Завершение строительства первой очереди комбината «Северникель» на Кольском полуострове
1942-1944	Начало освоения россыпных месторождений золота в бассейне р. Индигирка; Создание Индигирского горнопромышленного управления
1949	Г.Ф. Файнштейном в среднем течении р. Вилюй найдены первые якутские алмазы
1951	Открытие Неждановского золоторудного месторождения в Якутии
1952	Открытие Куранахского золоторудного месторождения в Якутии
1953	Открытие Нерюнгринского месторождения каменного угля в Якутии
1954	Открытие Л.А. Попугаевой первой кимберлитовой трубки «Зарница»
1955	Открытие группой под руководством Ю.И. Хабардина кимберлитовых трубок «Мир» и «Удачная» в Якутии
1956	Открытие Усть-Вилюйского газоконденсатного месторождения в Якутии
1957-1958	Начало добычи алмазов в Якутии, ввод в эксплуатацию обогатительных фабрик №2, №4
1960-1976	Открытия кимберлитовых трубок «Айхал», «Интернациональное», «Юбилейная», пуск в эксплуатацию обогатительных фабрик №№5, 8, 3, 11, 12
1963	Открытие Средневилюйского газоконденсатного месторождения в Якутии
1966	Создание треста «Якутуголь»
1970	Открытие Среднеботуобинского нефтегазоконденсатного месторождения в Якутии
1973	Открытие Тас-Юряхского нефтегазоконденсатного месторождения в Якутии
1975	Начало освоения Нерюнгринского месторождения угля и строительства железной дороги Тынды-Беркакит
1981	Открытие Талаканского газоконденсатного месторождения в Якутии

подвергались вырубке леса, землеройной техникой перелопачивались многомиллионные кубометры почвенно-растительного покрова, перекрывались реки и ручьи, изменялись их русла, переселялись населенные пункты (в иных случаях затоплялись) и т.д.

В изучении биологических и недровых богатств Якутии наиболее значительное влияние сыграла комплексная экспедиция, которая была организована в 1925 г. Академией наук СССР с целью изучения производительных сил Якутской АССР, в составлении программы которой и в ее реализации принимали участие академики С.Ф. Ольденберг, А.Е. Ферсман, В.Л. Комаров, Ф.Ю. Левинсон-Лессинг, А.П. Карпинский, В.В. Бартольд, Л.С. Берг, А.А. Григорьев, К.Д. Глинка, В.А. Обручев, А.А. Борисяк и другие.

Дальнейшие геологические исследования и прогнозы Ю.А. Билибина, В.С. Соболева и Г.Г. Моора, рекомендации Н.В. Черского позволили открыть на территории Якутии целый ряд крупных месторождений самых различных полезных ископаемых, на основе которых зародилась и окрепла вся горнодобывающая отрасль республики.

В 1923 г. вольным разведчиком якутом Михаилом Тарабукиным было открыто уникальное россыпное месторождение золота по долине ручья «Незаметный», а в 1925 г. геологический отряд В. Н. Зверева обследовал бассейны рек Селигдара, Томмота, Куранаха и обнаружил ряд золотоносных районов. Это позволило профессору В. А. Обручеву сделать заключение о генезисе золотых приисков Алдана (Антонов, 2002). В этом же году был создан Всесоюзный трест «Алданзолото», в составе которого открылись прииски Лебединый, Золотой, Турук, Орочен и др.

Кроме разработки месторождений золота в 30-е годы в Якутии началась разведка и добыча других полезных ископаемых. В 1931 г. один из первых геологов-якутов, выпускник Томского университета П. Г. Алексеев обнаружил в западной части Верхоянья олово и вольфрам. 22 октября 1938 г. Наркомат тяжелой промышленности СССР организовал Управление по строительству Якутского оловообогательного комбината в Эге-Хая — «Якутолово», которое уже в 1940 г. добывало 51,6 тонн концентрата олова (Антонов, 2002).

В этот же период на территории Якутской республики начали действовать угледобывающие предприятия, называвшиеся первоначально рудниками. С 1928 г. начал давать уголь Сангарский рудник, затем Кангаласский (1930 г), Чульманский

(1934 г), Зырянский (1936 г) и Джебарики-Хайский (1940 г.) рудники. Все создаваемые угольные рудники представляли собой небольшие предприятия, подчинялись различным ведомствам и организациям, отличались низким уровнем механизации труда (Хатылаев, 1992).

Развитие угольной отрасли в северо-восточных регионах СССР с одной стороны обуславливалось потребностями промышленного освоения этих территорий, а с другой – давало мощный импульс горнодобывающему производству в целом. Но в целом развитие угледобычи на Северо-Востоке России в 1920-1940 г.г. развивалось медленными темпами. Сказывались недостаточность материально-технического снабжения, нехватка ремонтно-механических мастерских, запасных частей, что в суровых условиях Севера вело к длительным остановкам производства. Кадровый состав угольных шахт отличался низкой квалификацией инженерно-технического персонала, своеобразным контингентом рабочих, состоявшего зачастую из заключенных ГУЛАГа, «спецпоселенцев», бывших военнопленных и т.д.

Динамичное развитие добывающих предприятий замедляется с началом Великой Отечественной войны. Например, если в 1938-40 гг. добывалось 6-7 тонн золота ежегодно, то в 1942–45 гг. объем добычи снижается в среднем до 2 тонн/год (Природно-техногенные..., 2006).

В послевоенные годы республика получила новый импульс к развитию. Усилилось геологическое изучение территории республики. В 1950 — 1951 гг. в Южной Якутии были обнаружены Чульманское и Нерюнгринское угольные, Таежнинское и Сиваглинское железорудные месторождения. Поисково-разведочными работами руководимыми геологами И.А. Кобеляцким и В.А. Перваго было подтверждено открытие крупной Южно-Якутской угольно-железорудной провинции.

Успехом увенчались и многолетние поисковые работы на нефтегазоносность территории Якутии. 15 октября 1956 г. с глубины 2 тыс. м забил мощный газовый фонтан из Таас-Тумусского месторождения.

С 1948 г. Восточно-Сибирское геологическое управление под руководством известного ученого-геолога, профессора М.М.Одинцова приступило к поискам алмазов на Вилюе. 7 августа 1949 г. партия геолога Г.Х.Файнштейна обнаружила первый кристалл, а в 1954 г. партия Л.А.Попугаевой — первую в СССР кимберлитовую трубку, названную «Зарница». Так началось создание отечественной алмазодобывающей промышленности.

Особый этап в развитии угледобывающей промышленности на Северо-Востоке России, да и во всем Дальневосточном экономическом районе связан с освоением угленосного бассейна в Южной Якутии. С 1976 года и по настоящее время основным объектом угледобычи в Якутии является разрез «Нерюнгринский», эксплуатирующий одноименное месторождение коксующего угля. Внедрение в последующие годы прогрессивных технологий разработки угольных пластов на основе высокопроизводительных механизированных комплексов на шахтах, современной экскаваторной и бульдозерной техники на разрезах производственного объединения «Якутуголь» позволили довести годовую добычу по объединению за период с 1980 по 1985 гг. с 3,7 до 14,0 млн. т (Производственное..., 1986).

Определенные изменения в сфере недропользования в Якутии, да и по всей России произошли в перестроечный и постсоветский период. Из-за различных преобразований, сокращений, разрыва экономических связей с поставщиками техники, снабженческими организациями и заинтересованными в минеральных ресурсах потребителями многие добывающие предприятия резко снизили объемы горных работ, некоторые из них прекратили свою деятельность или распались на более мелкие структуры, другие изменили свой юридический статус.

Например, в Якутии компания «Алданзолото» в 1998 году предприятие сумело сдать государству всего 1882 кг драгоценного металла. В этот же период произошло раздробление предприятия «Алданзолото» на несколько самостоятельных добычных производств.

Прекратили свою деятельность производственное объединение «Якутзолото», горно-обогатительные комбинаты «Куларзолото», «Индибирзолото»,

«Дзугджурзолото». Вместо них появились множество мелких предприятий различной формы собственности.

По данным Е.Г. Егорова динамика золотодобычи в этот период в республике выглядела следующим образом: 1991 г. – 35,3 т; 1995 г. – 26,2 т; 1997 г. – 19 т; 1999 г. – 13,81 т и 2001 г. – 16,1 т. (Егоров, 2006).

Только после 2000 г. предприятия недропользования в республике начинают показывать более стабильные и нарастающие объемы добычи полезных ископаемых.

В настоящее время масштабы горнопромышленной деятельности неуклонно возрастают, распространяясь к северу Якутии, и охватили практически всю ее территорию (рисунок 1.1).

Характерной особенностью современного этапа развития недропользования на Российском Севере является резкое выдвигание на первый план в северном природопользовании освоения двух основных видов природных ресурсов: возобновляемых (прежде всего лесных и в целом биологических, что в данной работе не рассматривается) и невозобновляемых – ресурсов недр, недропользование становится доминирующим видом природопользования и хозяйственной деятельности в целом. Именно этот фактор становится источником и причиной экологической дестабилизации северных территорий, охваченных недропользованием.

Особенно остро экологическая проблематика стала проявляться с выходом недропользования в пределы специфически экстремальной даже для условий Севера широтно-климатической и геологической зоны – **криолитозоны**, представляющей собой область распространения многолетнемерзлых горных пород мощностью до 1500 м и температурой до -14°C . Масштабные и разнообразные формы недропользования в пределах российского сегмента криолитозоны развернулись в советское время, начиная с конца 20-х и в начале 30-х годов XX в. (Кольский п-ов, север Сибири, Якутия, Чукотка, бассейн Колымы).

1.2. Специфика физико-географических условий недропользования в Якутии

Территория Республики Саха (Якутия) занимает площадь в 3083,5 тыс. км² (почти 1/5 часть России) и расположена на северо-востоке Восточной Сибири. Более 40% территории находится за Северным полярным кругом. Ее протяженность в широтном направлении составляет 2500 км, в меридиональном – 2000 км. Крайняя северная точка республики на материке расположена на мысе Нордвик под 74° с.ш.; самая северная островная точка на острове Генриетты (77° с.ш.). Крайняя южная точка находится на Становом хребте (55°29' с.ш.). Самая западная точка – под 105°31' в.д., а самая восточная точка расположена под 162°51' в.д.

Республика граничит на западе и юго-западе с Красноярским краем и Иркутской областью, на юге – с Читинской и Амурской областями, на юго-востоке и востоке – с Хабаровским краем, Магаданской областью и Чукотской автономной областью. На севере территорию Якутии омывают воды Восточно-Сибирского и Лаптевых морей. Общая длина морской береговой линии составляет 4,5 тыс. км.

Геологическое строение территории Республики Саха (Якутия) сложное. Она находится в области сопряжения одного из древнейших блоков континентальной земной коры (Сибирской платформы) и трех, до настоящего времени активных, планетарных подвижных поясов (Урало-Монгольского, Тихоокеанского и Циркумполярного). Западная половина Якутии почти целиком занята докембрийской Сибирской платформой, восточная – горно-складчатыми сооружениями внешнего обрамления Тихоокеанского пояса. Весьма протяженная полоса северного побережья Якутии относится к «активно» развивающейся Североатлантической окраине, а к Урало-Монгольскому поясу – фрагмент Байкало-Патомской горно-складчатой области и, вероятно, вся активизированная в позднем мезозое часть Алданского щита (Геология Якутской АССР, 1981). Для территории республики характерна широкая гамма горных пород и полезных ископаемых, разнообразных по возрасту, составу и происхождению.

Рельеф Якутии формировалась в течение длительного периода геологического развития Восточной Сибири.

Западная часть Якутии (по левой стороне от нижнего течения рек Лена и Алдан) составляет восточную часть Сибирской платформы, которая представляет по строению один из древнейших участков земной коры. Рельеф здесь в основном плоскогорно-равнинный. Восточная часть Якутия представлена более молодыми образованиями в виде расчлененной горной области и высоких нагорий.

Большую часть поверхности территории Северной Якутии занимают Лено-Анабарская, Яно-Индиговская и Колымская низменности (Республика Саха (Якутия) ..., 2009).

На правобережье нижнего течения р. Оленек выделяется кряж Чекановского (высота до 530 м), по правобережью нижнего течения р. Лена проходит Хара Улахский хребет, а между заливами Анабарский и Оленекский расположен кряж Прончищева (до 315 м).

Рельеф Лено-Анабарской низменности плоский, с мелкими песчаными грядами и холмами, торфяными буграми, озерами. В дельте Лены обнаруживаются многочисленные термокарстовые озера (Сивцева, Мостахов, 1968).

Поверхность Яно-Индиговской и Колымской низменностей предельно плоская с абсолютной высотой 70-80 м. Здесь широкое распространение имеют многочисленные термокарстовые озерно-аласные котловины, речные старицы и высохшие русла рек. На обширных плоских водоразделах Яно-Индиговской низменности встречается крупно-холмистый и грядово-холмистый рельеф, которые поднимаются над местностью на 10-15 м и имеют форму валообразных возвышений и вытянутых холмов.

Рельеф Центральной Якутии наиболее разнообразен, где в западной части выделяется восточная часть Среднесибирского плоскогорья, по среднему течению р. Лена расположена Центральная якутская равнина, восточнее которой выделяется горная область, объединяющая горы Верхоянского хребта, Яно-Индиговского нагорья, хребта Черского и горы Момского хребта. В южной части зоны выделяется Приленское плато.

Южная Якутия занимает большую часть территории Алданского нагорья, состоящего из гор Станового хребта со средней высотой 1500 м (наивысшая – 2412 м), Алдано-Учурского хребта и Олекмо-Чарского нагорья.

Климат Якутии характеризуется резкой континентальностью, которая проявляется в очень низких зимних и сравнительно высоких летних температурах воздуха, малом количестве атмосферных осадков, выпадающих в основном в теплый период года.

Особенности климата региона определяются его географическим положением на северо-востоке Азии, образованием в зимнее время мощного сибирского антициклона, свободным вторжением холодного арктического воздуха почти на всю территорию Якутии, удаленностью от Атлантического океана, что предопределяет малую доступность теплых и влажных потоков воздуха с востока и юга, а также сложным рельефом и характером подстилающей поверхности (Сивцева, Мостахов, 1968).

Период времени с низкой отрицательной температурой в Якутии продолжается до 7-8 месяцев. Максимально низкие температуры характерны для горных местностей Центральной Якутии. Среднегодовая температура воздуха по Северной Якутии составляет $-13,5^{\circ}\text{C}$, в Центральной Якутии $-7,9^{\circ}\text{C}$, а по Южной Якутии $-7,2^{\circ}\text{C}$ (Гаврилова и др., 1996).

Среднее годовое количество осадков на западе Северной Якутии 250 мм, на востоке 150 мм; в Центральной Якутии - от 200 до более 250 мм на западе, в Южной Якутии – 400-500 мм.

Особые климатические условия Якутии предопределяют сложности в организации и проведении любых видов природопользования, мероприятий по охране природы, рекультивации нарушенных земель.

Криолитические условия являются еще одной особенностью природных комплексов Якутии и определяются тем, что почти вся территория региона расположена в зоне распространения многолетнемерзлых пород. Многолетняя мерзлота в Якутии появилась в четвертичное время: на севере – 2 млн. лет тому назад, в Центральной Якутии – 1 млн. лет, а на юге – 500 тысяч лет тому назад (Гаврилова и др., 1996).

Мощность мерзлой толщи пород колеблется от нескольких десятков метров на юге республики до сотен метров севернее 60° с.ш. Величина мощности и температуры мерзлых пород зависит от количества солнечной энергии, приходящего на земную поверхность, от температуры воздуха, высоты снежного покрова, высотного положения и рельефа местности, состава и строения горных пород, растительного покрова и других условий. Наибольшая мощность мерзлоты в 1500 м обнаружена в верховьях р. Марха (южнее полярного круга). Средняя годовая температура мерзлоты на глубине 10-15 м колеблется от 0° до минус 10° и ниже. Самые низкие температуры криолитозоны (КЛЗ) отмечаются в арктической зоне (-14° – -15°C) и в горах Черского (до -17°C), к югу повышаются до долей -1° и 0°C (Саввинов, 2007).

Одной из основных характеристик криогенеза является сезонное протаивание грунтов, которое в Якутии имеет зональный характер (Гаврилова, 1966) и определяется в первую очередь, как географической широтой места, так и высотой его над уровнем моря. На зональные факторы сезонного протаивания могут накладываться факторы локального характера как рельеф, растительный покров, тип почвы, увлажнение грунтов и другие условия местности.

В толще мерзлых пород повсеместно встречаются жилы, линзы и прослойки подземного льда с различной глубиной залегания и мощностью. С образованием или протаиванием подземных льдов связаны различные криолитические процессы и явления, такие как просадки, морозное растрескивание, пучение горных пород, термокарст, наледи и др.

Мерзлотные условия могут иметь как положительные, так и отрицательные последствия для ведения недропользования, строительства сооружений и т.д.

Подземные воды Якутии подразделяются на надмерзлотные (грунтовые), межмерзлотные (талики) и подмерзлотные.

Надмерзлотные (грунтовые) воды находятся в сезонно протаивающем слое мерзлоты и питаются атмосферными осадками и талыми водами мерзлоты. За счет этих вод происходит увлажнение почвы в условиях засушливого климата Якутии, что благоприятно отражается на развитии растительности. В некоторых местах, особенно на севере, где слабый поверхностный сток, малое испарение и

небольшой сезонно протаивающий слой грунтовые воды могут вызвать заболачивание.

Межмерзлотные воды встречаются в таликовых зонах мерзлоты, расположенных на разных глубинах, и образовавшихся в результате просачивания и проникновения атмосферных осадков, вод поверхностных водоемов.

Подмерзлотные воды в Якутии представлены самыми различными видами как пресных и минерализованных, так и гидротермальных вод. В пределах территории республики располагается один из крупнейших артезианских бассейнов мира – Якутский с площадью около 1 млн. км². Общие прогнозные эксплуатационные запасы пресных подземных вод Якутии составляет около 25 млн. м³/сут., в настоящее время используется всего около 1% запасов (Республика Саха (Якутия) ..., 2009).

В западной части Якутии широко распространены хлоридные натриевые минеральные подземные воды, которые расположены на незначительных глубинах.

В Южной Якутии имеются значительные запасы сульфатно натриевых, сульфатно кальциевых, кремниевых минеральных вод. Обнаружены источники радоновых и термальных вод.

При планировании и проектировании разработок необходимы изучение гидрогеологической обстановки района освоения.

Поверхностные воды Якутии представлены многочисленными крупными и малыми реками и озерами. Все крупные реки региона (р.р. Анабар, Оленек, Лена, Омолуй, Яна, Индигирка, Колыма впадают в Северный ледовитый океан. Истоки рек находятся в горах, а устьевая часть протекает по низменности и дельта рек пролегает посреди множества островов, осередков, кос, мелководий.

Река Лена – одна из крупнейших и многоводных рек мира, с протяженностью до о. Столб (не считая дельту) в 4400 км и площадью бассейна 2490 тыс. км². Самыми крупными притоками р. Лена являются р. Витим, Олекма, Алдан и Вилюй. Данные реки своими водосборными бассейнами охватывают большую территорию Южной и Центральной Якутии.

Якутия одна из наиболее озерных регионов России, на территории которой расположены более 600 тыс. озер. Основные источники питания озер – атмосферные осадки, подземные льды и речные воды. Зимой озера покрываются толстым слоем льда, мелкие из них промерзают до дна.

По происхождению котловины озера делятся на термокарстовые, карстовые, пойменные, речные, лагунные, тектонические и ледниковые (Сивцева, Мостахов, 1968).

Реки и озера Якутии еще очень мало изучены и освоены. Многие населенные пункты республики используют поверхностные воды для водоснабжения. Так как химический и микроэлементный состав вод играет важную роль для биотической составляющей экосистем при недропользовании особое внимание должно быть уделено вопросам охраны водных объектов от воздействия загрязнений техногенного характера.

Почвенный покров территории Якутии развивается в сложных климатических и географических условиях и выделяется образованием своеобразных типов мерзлотных почв.

В тундровой зоне Якутии наиболее распространены мерзлотные тундровые глеевые почвы, значительно отличающиеся от аналогических почв восточноевропейских тундр (Саввинов, 1976) условиями оглеения, которые характеризуются дефицитом атмосферных осадков, незначительным протаиванием верхнего слоя, близким залеганием мерзлой толщи.

Г.Н. Саввинов (2007) отмечает на территории Яно-Индибирской низменности широкое распространение мерзлотных тундровых криотурбинных, тундровых подбуров и тундровых надмерзлотно-глеевых почв (по классификации Л.Г. Еловской (1987)).

В северотаежной подзоне наибольшее распространение нашли северотаежные поверхностно-ненасыщенные тиксотропные и северотаежные карбонатные деструктивные мерзлотные почвы, которым свойственны неясная дифференциация профиля и заметная тиксотропность при слабой выраженности подзолообразовательного процесса и оглеения (Саввинов, 1976).

В среднетаежной подзоне сосново-лиственничных лесов Центрально Якутской равнины типичны мерзлотные таежно палевые почвы, которые в морфологическом отношении характеризуются слабой выраженностью генетических горизонтов, однородной палево-коричневой окраской по всему профилю. Они сильно промерзают зимой, летом протаивают медленно и неглубоко (1,0 – 1,2 м). Поэтому обладают холодным температурным режимом и развиваются в условиях недостаточного увлажнения (Саввинов, 1976).

В данной зоне также широко распространены потенциально плодородные мерзлотные лугово-черноземные и черноземно-луговые незасоленные почвы с относительно высоким содержанием гумуса, валового фосфора и калия. Мало-плодотворны и встречающиеся в данной подзоне супесчаные, песчаные почвы, промежуточное положение занимают мерзлотные засоленные, мерзлотные лугово-болотные и торфянисто-болотные почвы (Саввинов, 1976).

В условиях средней тайги Западной Якутии зональным типом являются мерзлотные дерново-карбонатные почвы, занимающие водораздельные пространства и верхние части пологих склонов и отличающиеся тяжелым гранулометрическим составом, значительным содержанием гумуса, фосфора и калия (Саввинов, 2007).

В Южной Якутии наибольшее распространение имеют мерзлотные дерново-карбонатные оподзоленные и выщелоченные почвы, развитые на элювии плотных кембрийских пород и занимающие невысокие водораздельные пространства. Относительно большая влагообеспеченность южных районов региона и сравнительно теплый почвенный климат обуславливают заметное оглеение минерального горизонта (Саввинов, 1976).

Большинством исследователей почвенного покрова Якутии отмечается большое разнообразие и отчетливое прослеживание смены зональных типов почв в направлении с севера на юг.

Растительный покров Якутии подразделяют на тундровую и таежную, которые в зависимости от географических условий делятся на несколько подзон.

Тундровая зона располагается широкой полосой вдоль северных морских берегов и подразделяется на подзоны арктической и субарктической тундр. Вдоль

морских побережий лежат травяно-моховые тундры в сочетании с болотами, большую часть территории восточной части тундровой подзоны Якутии занимают осоково-пушицевые кочкарные тундры с болотами, в меньшей степени встречаются кустарниковые тундры. По западной части зоны распространены кустарничковые мохово-лишайниковые, кустарниковые тундры. В южной части зоны распространены лесотундровые лиственничные лишайниковые редколесья. Растительность возвышенностей кряжей представлена кустарничково-лишайниковыми и моховыми тундрами.

Большую часть Якутии занимает таежная зона, которую делят на подзону северо-таежного редколесья и подзону средней тайги.

Подзона северо-таежного редколесья занимает Анабаро-Оленекское плато, бассейн бассейна верхнего течения р. Вилюй, Средне-Индигирскую низменность, плоскогорья и склоны гор Восточной Якутии и большую часть Колымской низменности. Для данной подзоны характерны сильно разреженный, мелкий лиственничный лес (высота до 12 м), на западе примешивается ель сибирская. Леса отличаются низкими классами бонитета и развитием лишайникового и мохового покрова

В подзоне средней тайги основными лесообразующими породами являются лиственница даурская и сосна сибирская. Преобладают лиственничные брусничные, лиственничные с примесью ели и сосны бруснично-зеленомошные леса, которые занимают 80% всей площади леса. Среднетаежные леса отличаются большей сомкнутостью и более высокими бонитетами. По Южной Якутии встречаются лиственничные, иногда с примесью ели и кедра, зеленомошные леса, лиственничные ерниковые горные редколесья с зарослями кедрового стланика. На горных участках начиная с высоты 650-900 м, идут редкостойные горные лесотундры, которые свыше 1400 м сменяются высокогорной растительностью (Республика Саха (Якутия) ..., 2009).

Сложные природные условия произрастания, сильная зависимость от техногенных влияний и большая роль для поддержания стабильности рельефа требуют особых мер для сохранения и охраны растительного покрова Якутии при недропользовании.

Таким образом, ведущими факторами, определяющими специфику развития природных комплексов в Якутии, являются, в первую очередь **климат** и присутствие здесь крупнейшего в мире (по площади распространения и вертикальной мощности) массива многолетнемерзлых горных пород - **криолитозоны**.

Территория Якутия нами по широтно-климатическим условиям условно разделена на три геоэкологические зоны Северная, Центральная и Южная Якутия. При этом Северная Якутия расположена севернее 71° с.ш. на западе и севернее 68° с.ш. на востоке и занимает тундровую и лесотундровые географические зоны территории республики. Центральная Якутия представлена северо-таежной и среднетаежной зонами и занимает большую часть всей территории Якутии. Южная Якутия расположена южнее 61° с.ш. на западе и южнее 59° на востоке.

1.3. Бассейново-экосистемная методология решения проблемы недропользования

Концепция устойчивого развития и ее региональные аспекты. В настоящее время, по мнению многих специалистов, экономика направляемая силами рынка, использующая для изъятия и вовлечения в оборот огромные запасы природных ресурсов с помощью природоразрушающих технологий, привела к жестокому столкновению человека с биосферой. Анализ современной экологической, социальной, демографической и экономической ситуации (Данилов-Данильян, Лосев, 2000) показывает, что индустриализация и научно-технический прогресс резко усилили разрушение и изменение окружающей среды и цивилизация к концу XX века не вписывается в допустимый для ее развития коридор, определяемый законами биосферы. По мнению авторов скорость возникновения и внедрения новых технологий в системе цивилизации превышает формирование природных технологий (новых видов) в биосфере в среднем на 3 порядка, что не оставляет шансов для приспособления естественной биоты к изменениям, вызываемым развитием технологий. Поэтому, при сохранении современного темпа развития ми-

ровой экономики нет никаких надежд на сохранение биоты и естественных механизмов регуляции и обеспечения устойчивости окружающей среды.

Вопросы ученых, специалистов и общественных деятелей об экологических проблемах, о масштабных негативных изменениях состояния природной среды, об истощении биологических ресурсов и наконец, тревога за будущее человечества как биологического вида заставило правительства развитых стран начать международные контакты по выработке совместных проектов по направлениям охраны природы, разработке законодательной базы управления природопользованием. По мнению Г.С. Розенберга и Ф.Н. Рянского (2005) существенную роль в становлении отечественного экологического самосознания населения сыграли публицистические работы философов (А.Д. Урсул, Э.В. Гирусов), экономистов (М.Я. Лемешев, В.И. Данилов-Данильян), математиков (Н.Н. Моисеев), географов (К.С. Лосев, К.Я. Кондратьев), литераторов (Л.М. Леонов, С.П. Залыгин) и экологов (А.В. Яблоков, А.Л. Яншин и многие другие).

Развитию широкого международного сотрудничества по проблемам окружающей среды сыграли Стокгольмская международная конференция 1972 г., конференция ООН 1979 г. в Женеве и Конференция ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро 1992 года. На данных конференциях с участием первых лиц многих развитых стран мира были приняты ряд важнейших документов, на основе которых поэтапно развивалась концепция устойчивого развития, идея которой заключается в реализации принципов, обеспечивающих, как предполагается социально-экономическое развитие мирового сообщества при сохранении стабильного состояния биосферы.

Как отражено в документе «Доклад Брутланд» устойчивое развитие – это развитие общества, которое при обеспечении его потребностей в настоящее время не ставит под угрозу удовлетворение потребностей будущих поколений (Наше общее ..., 1989). Другими словами, устойчивое развитие требует от общества удовлетворения человеческих потребностей путем увеличения производственного потенциала и обеспечения справедливых для всех возможностей при сохранении наибольшего разнообразия растительного и животного мира, предупреждения

ухудшения состояния природной среды. Во всех документах конференции утверждается, что мир, развитие, охрана окружающей среды взаимосвязаны и неразделимы.

Многие государства в соответствии с рекомендациями конференции разработали свои национальные программы устойчивого развития. Так, например, в России Концепция перехода к устойчивому развитию была утверждена Указом Президента РФ от 1 апреля 1996 г. В «Концепции» отмечается, что в настоящее время возросшая в ходе развития человеческого общества техногенная нагрузка оказалась разрушительной и возможности природных систем к самовосстановлению исчерпаны. Цивилизация пока не предложила эффективных мер для сохранения биосферы в стабильном состоянии и необходимы усилия всех природопользователей (государства, предприятий, физических лиц) для перехода к принципам устойчивого развития страны, предусматривающего постепенное восстановление естественных экосистем до стабильного уровня.

Ставится ряд принципиальных задач, которые должны обеспечить стабилизацию экологической ситуации и привести к коренному улучшению состояния окружающей среды во всех регионах страны.

Как подчеркивают авторы работы (Региональное природопользование..., 2002), эффективная стратегия устойчивого развития всегда региональна, т.е. привязана к географическим, ресурсным, национальным, экономическим, этническим и религиозным особенностям стран и регионов. Территориальную обусловленность природопользования отмечает и Б.М. Ишмуратов с соавторами (2004), а А.Г. Исаченко (1991) выделяет, что эффект локальных воздействий хозяйственной деятельности на определенной территории приобретает в конечном счете глобальное значение, т.е. сказывается на состоянии эпигеосферы как целого.

Таким образом, региональные аспекты устойчивого развития будут определяться в первую очередь с географическими особенностями территорий, которые сказываются на всех этапах развития природо- и ресурсопользования. Экономическое развитие государства в целом зависит в конечном счете от организации сбалансированного природопользования в отдельных регионах.

Недропользование на современном этапе развития Якутии. Природно-климатические особенности территории Якутии предопределили развитие экономики республики. До открытия месторождений минеральных ресурсов основное занятие местных жителей было связано со скотоводством, оленеводством, охотой и рыболовством. Народы края, как и все обитатели территории Севера, находились в теснейшей взаимосвязи с окружающей природной средой и были максимально приспособлены к жизни в экстремальных северных условиях (Гумилев, 1990).

При этом оленеводством, охотой и рыболовством в основном были заняты на севере, западе и юге Якутии, а в Центральной Якутии на аласных угодьях развивалось скотоводство и земледелие. Охота и рыболовство здесь велись для пропитания, пополнения запасов продуктов питания.

Резкое изменение в развитии профилирующих отраслей хозяйства произошло после открытия месторождений полезных ископаемых, наличие запасов которых в недрах территории Якутии оказались определяющим фактором переориентации экономики республики на минерально-сырьевое направление и разработку богатейших месторождений золота, олова, угля и алмазов.

В настоящее время особенностью пространственной структуры размещения демографического и производственного потенциала Республики Саха (Якутия) является его концентрация в Западном, Южном и Центральном районах Якутии, каждый из которых специализируется фактически на одной или двух отраслях экономики. В Западной Якутии - это алмазодобывающая промышленность, в Южной Якутии - это топливно-энергетический комплекс, в Центральной Якутии - это сервисный бизнес, промышленность строительных материалов и агропромышленный комплекс.

В программном документе «Схема комплексного развития производительных сил, транспорта и энергетики Республики Саха (Якутия) до 2020 года» (Схема 20х20) предусмотрено развитие в Якутии в 4 зон опережающего экономического роста: Южная Якутия, Западная Якутия, Центральная Якутия и новый промышленный район - Северо-Восточная Якутия. В Схеме обоснована простран-

ственная и отраслевая диверсификация экономики, повышение ее устойчивости и эффективности при реализации крупных инвестиционных проектов в этих зонах. Например, в зоне опережающего роста "Южная Якутия" (Нерюнгринский, Алданский и Олекминский районы) в результате реализации инвестиционного проекта "Комплексное развитие Южной Якутии" будет сформирован крупный промышленный район на базе комплекса промышленных производств, преимущественно связанных с глубокой переработкой имеющихся на территории природного газа, апатитов, угля, железных, урановых руд и других полезных ископаемых и объектов гидроэнергетики и лесопереработки. Реализация проекта окажет существенное позитивное влияние на изменение динамики основных макроэкономических показателей развития не только Дальнего Востока, но и Российской Федерации в целом (рисунок 1.2). Приоритетными направлениями экономического развития Южной Якутии являются добыча и обогащение угля, развитие урановой промышленности, химического производства (углехимия и производство удобрений, газоперерабатывающее и газохимическое производство), металлургического комплекса на основе месторождений железных руд, а также добыча цветных металлов, развитие энергетики и транспортного узла.

Северо-Восточную Якутию (преимущественно Томпонский, Усть-Майский и Оймяконский районы на Северо-Востоке Якутии) планируется превратить в зону добычи цветных и редкоземельных металлов, угля, развития теплоэнергетики, в которой сложатся условия для формирования горнодобывающего комплекса (драгоценные металлы и полиметаллы) с созданием производственного комплекса по освоению золоторудных и полиметаллических ресурсов и необходимой инфраструктуры. Конкурентные преимущества заключаются в наличии крупных месторождений полезных ископаемых: Нежданинское золоторудное, Верхне-Менкеченское серебро-полиметаллическое, Агылкинское медно-вольфрамовое месторождения со значительными запасами. В перспективе предусматривается освоение Яно-Колымской золоторудной провинции совместно с Магаданской областью, обеспечивающей до 100 - 120 тонн золота в год.



Рисунок 1.2. Проект развития Южной Якутии (Инвестиционный проект «Комплексное развитие Южной Якутии». Создание нового промышленного района на Дальнем Востоке России. Институт региональной политики.)

Западная Якутия - это зона развития нефтегазодобычи, нефтегазоперерабатывающей и гелиевой промышленности, добычи алмазов и лесопереработки. Системообразующим элементом Ленской топливной зоны является нефтепровод «Восточная Сибирь-Тихий океан» (ВС-ТО) и газопроводная система, формируемая на территории региона. С вводом в эксплуатацию ВСТО и нефтепровода "Среднеботуобинское нефтегазоконденсатное месторождение – ВС-ТО" начнутся масштабные поставки нефти за пределы Республики Саха (Якутия), что резко расширит экспортные возможности региона, увеличит грузооборот трубопроводного и железнодорожного транспорта Дальнего Востока и Байкальского региона,

а также окажет положительное влияние на развитие морских портов Дальнего Востока.

Возможности газовых месторождений Западной Якутии позволяют формировать крупный центр добычи газа, предполагающий строительство магистральных газопроводов и развитие перерабатывающих отраслей, ориентированных на внешние поставки. Основой будущего комплекса станет Чаяндинское нефтегазоконденсатное месторождение, а также Талаканское, Среднеботуобинское, Алинское, Тымпучиканское, Таас-Юряхское, Верхневиллючанское и другие газоконденсатные и нефтяные месторождения. Добыча газа помимо экспортных поставок в страны Азиатско-Тихоокеанского региона позволит провести газификацию Южно-Якутского промышленного узла, потребителей Амурской области и Еврейской автономной области, что значительно повысит комфортность проживания населения.

Алмазодобывающий комплекс сконцентрирован на территории Мирнинского, Нюрбинского и Анабарского районов республики. Территория характеризуется наличием уникальных запасов алмазов (82 процента общероссийских запасов), которые будут осваиваться за счет ввода объектов строящихся подземных рудников "Мир", "Айхал", "Удачный", действующих карьеров на Накынском кимберлитовом поле и россыпных месторождений на севере.

Таким образом, недропользование с первых десятилетий XX в. начинает вытеснять и подчинять себе всю хозяйственную деятельность в Якутии, стимулируя, с одной стороны, социально-экономическое развитие республики (в настоящее время горная промышленность обеспечивает более 70% валового дохода) но, с другой стороны, ведет к деградации экосистем, нарушаемых недропользованием.

К сожалению, в «Схеме 20х20» недостаточно проработаны вопросы охраны природы и экологии, которые сводятся к общеизвестным постулатам по переосмыслению приоритетов региональной экологической политики; организации системы постоянно действующего экологического мониторинга и прогноза; развития экологического и научного туризма; использование механизмов Киотского протокола, развитие системы ООПТ, внимание экологическому образованию и

просвещению населения. Эти тезисы при всей их значимости, конечно же, не в полной мере отражают всю глубину экологических проблем и путей их решения при планируемых объемах развития региона.

При таком масштабном техногенном воздействии на природную среду, на наш взгляд, требуется коренная перестройка всего комплекса природоохранной политики и стратегии в республике. Уже сейчас необходимо начинать опережающие комплексные экологические исследования с целью создания банка данных по состоянию экосистем, прогноза их изменений в результате техногенного пресса при различных вариантах освоения территорий.

В то же время исследованиями многих специалистов и автора установлено, что в процессе природопользования в Якутии складывается изначально напряженная экологическая ситуация как проявление антагонизма между низкой сопротивляемостью природной среды к внешним воздействиям и характером производственной деятельности, отличающимся наиболее тяжелыми проявлениями техногенного давления на естественные экосистемы (Экология бассейна..., 1992; Саввинов, Тяптиргянов, Кривошапкин и др., 1993; Саввинов, Кривошапкин, Копылов и др. 1996; Петрова, 1996; Поисеев, 1999; Миронова, 2000; Ноговицын, 2003; Шадрина и др., 2003; Ягнышев и др., 2005; Бурцева, 2006; Ландшафтно-геохимические..., 2006; Природно-техногенные..., 2006; Иванов, 2007; Саввинов, 2007; Экологическая безопасность..., 2008; Влияние горнодобывающей..., 2010; и др.).

Вопрос ухудшения экологической ситуации в республике в контексте интенсивно развивающегося горнопромышленного производства уже в 80-х годах XX в. был остро поставлен членом-корреспондентом РАН Н.Г. Соломоновым, отмечавшим в 1985 г., что основные недропользователи это «... *флагманы промышленности республики... выступают и как главные загрязнители водоемов..., эта сторона их деятельности может привести к гибели экосистем ряда крупнейших рек нашего Севера...*» (Соломонов, 2002, с.8).

На существующем фоне значительного техногенного воздействия на экосистемы происходит дальнейшее наращивание горнопромышленного производства

в условиях Якутии. Наряду с новыми объектами алмазодобывающей отрасли начинается формирование нефтегазового комплекса, вводятся в разработку новые месторождения золота, каменного угля, строительных материалов и других полезных ископаемых. Добыча золота сопровождается применением новых технологий, например, цианирования рудных штабелей, что сопряжено с малоизученным экологическим риском. В планах на ближайшую перспективу внедрение проектов по строительству Эльконского (разработка и обогащение урановой руды), Таежного и Тарыннахского (разработка и обогащение железной руды) горно-обогатительных комбинатов, Селигдарского горно-химического комплекса (разработка и обогащение апатитовых руд, производство комплексных фосфорно-магниевых удобрений), Инаглинского угольного комплекса (разработка и обогащение угля), Якутского газоперерабатывающего комплекса (разработка нефтегазоконденсатного месторождения, переработка и производство синтетической углеводородной продукции), разработка Эльгинского угольного месторождения, которые предусмотрены в инвестиционном проекте «Комплексное развитие Южной Якутии».

Для обеспечения всех этих добывающих и перерабатывающих мощностей энергией планируется строительство и ввод в эксплуатацию каскада ГЭС на реке Тимптон, прокладка сети авто и железных дорог до объектов освоения.

Наращивание мощного уровня недропользования и сопутствующей инфраструктуры во много раз увеличивает экологическую нагрузку на природную среду региона, создает реальную угрозу ухудшения состояния северных экосистем до потери ими способности самовосстановления на значительной площади.

Следовательно, весьма актуальной становится такая организация недропользования в экстремальных условиях Якутии, которая позволяла бы не снижая промышленного потенциала РС(Я) и уровня ее экономического развития в максимальной степени обеспечить экологическую приемлемость горного производства или же сочетать его с иными, экологически безопасными формами хозяйственной деятельности на основе эколого-нормативного природопользования.

Экосистемный анализ как основа изучения трансформации природных комплексов при недропользовании. В теоретическом отношении в науках о Земле существует широкий ряд геолого-географических и экологических понятий, с помощью которых природную среду структурируют в зависимости от целевого, специализированного, методологического подхода, от предпочтений той или иной научной школы и т.д.

Необходимо отметить, что по мере развития знаний о взаимосвязях компонентов природной среды, их изменений в силу причин естественного и антропогенного происхождения в зависимости от целей и задач исследований многие авторы по-разному трактуют понятия «природная среда», «окружающая среда», «геосистема», «экосистема» и т.д.

Так, например, А.Г. Исаченко (1980) считает, что термин «окружающая среда» является тавтологией, так как «среда» - это именно то, что окружает и нет необходимости двойного окружения человека. Наиболее подходящей при рассмотрении вопросов взаимодействия общества с природой, ее охраны и оптимизации он считает применение терминов «природная» или еще точнее «географическая среда».

Наиболее широко применяемый в современной экологии термин «экосистема» предложен в 1935 г. английским геоботаником А. Тенсли, который развивал взгляд на экосистему как на целостное образование, включающее не только организмы, но и весь комплекс физических факторов местообитания в самом широком смысле (Прозоров, 1999).

Огромное значение в развитии исследований особенностей природной среды имели идеи В.В. Докучаева (1951) о необходимости комплексного изучения территории и природы как целостного, нераздельного образования и разработанных им системы законов географического распределения почв. Дальнейшее развитие анализа системы, включающей механические, физиологические, экологические, географические, хозяйственные и другие составляющие, позволило разработать принципиальные основы использования природных ресурсов (Куражковский, 1969), в которых отражены положения об учете конкретных условий природопользования, особенностей воздействия среды на живые организмы и биосферу, о значении климата

для формирования ландшафтов и развития хозяйственной деятельности человека и о необходимости всестороннего изучения сохранившихся участков естественной природы для познания особенностей каждой природной зоны.

В.Б. Сочава, который в 1963 г. предложил термин «геосистема», считал, что экосистема – это биологическое понятие, в котором природная среда и ее абиотический фон рассматриваются под углом зрения связи с организмами. Геосистемы поглощают биоэкологические комплексы, они имеют свою более сложную системную организацию и обладают по сравнению с экосистемами значительно большей вертикальной мощностью (Сочава, 1978).

В пользу геосистем выступает и А.Г. Исаченко (1980), который считает, что при анализе проблем оптимизации объекта наиболее удачным эквивалентом «природной среды» представляется термин «географическая среда», так как последнее понятие охватывает не только элементы «естественной» природы, возникшие независимо от человека, но и все преобразованные им природные элементы. Во-вторых, он отмечает, что отдельные элементы и объекты географической среды тесно взаимосвязаны и организованы в сложные материальные системы особого рода, называемые природными географическими комплексами, или геосистемами.

Некоторые исследователи ставят знак равенства между понятиями «экосистема», «геосистема», «биогеосистема», «природный ландшафт», «природная геосистема», считая что многие из них отражают одни и те же системы, только рассматриваются с разных позиций отдельных предметов изучения. Однако, как показано в (Охрана ландшафтов, 1982) понятия «экосистема», с одной стороны, и понятия «природный ландшафт», «природная геосистема», с другой стороны, не являются синонимами, так как отражают разные свойства природы. Следует привести определение геосистемы по А.Г. Исаченко (1980): «природный географический комплекс или геосистема, есть особого рода материальная система, состоящая из взаимообусловленных географических компонентов, взаимосвязанных в своем размещении и развивающихся во времени как части целого».

В предисловии известного словаря-справочника Н.Ф. Реймерса «Приропользование» (1990) экосистема представлена как любое сообщество живых существ и

среды их обитания, объединенные в единое функциональное целое, возникающее на основе взаимозависимости и причинно-следственных связей, существующих между отдельными экологическими компонентами.

В более ином понимании экосистемы — это комплексы взаимосвязанных популяций разных видов живых существ и изменяемой ими абиотической среды, обладающие способностью к саморегуляции и самовозобновлению всех главных компонентов их биоты. Как саморегуляция, так и самовозобновление возможны только в случае соответствия исторически возникших адаптации организмов современным ритмичным изменениям окружающей среды (Исаков и др. 1980).

В другой работе (Красилов, 1992) подчеркивается что, экосистема, являясь функциональной ячейкой биосферы, представляет собой локальную совокупность взаимодействующих в процессе биогенного круговорота организмов и компонентов их среды. Пространственным выражением экосистемы может быть ландшафт, его фация (по В.Н. Сукачеву биогеоценоз, включающий геологический субстрат, почву, растительность, животное и микробное население), любой компонент ландшафта (водоем, почва, растительное сообщество) или отдельный организм с его наружными и внутренними симбионтами.

Как известно, за последние 3-4 десятилетия в прикладную экологию введены такие понятия как «техносфера», «техногенез», «экосистема техногенная», «технобиогеом», «экологическое нормирование», «экологическое проектирование» и другие. Подобные словосочетания образуются путем прибавления к известным естественнонаучным терминам основы «техно». В целом, это процесс закономерный, обусловленный развитием цивилизации и усложнением отношений человека с окружающей средой. Однако зачастую механическое соединение «техно» с другими терминами не раскрывает конкретное научное содержание нового понятия. Кроме того, с одной стороны, и научное знание, и экологическая методология не всегда успевают адекватно реагировать на развитие хозяйственной деятельности и производства, а с другой стороны, - имеет место невостребованность экологических рекомендаций экспансивным капиталистическим производством, особенно в условиях России. Иными словами, образуется разрыв между

развитием производства и хозяйственной деятельности – с научным осмыслением этих процессов. В такой ситуации методологическим аспектам и корректности использования новообразуемых терминов необходимо придавать особое внимание.

Термин «техногенез», впервые введенный еще в начале 40-х годов А.Е. Ферсманом для характеристики перераспределения химических веществ в результате совокупности химических и технических процессов, как специфическое явление современности и отношений человека и природы был в свое время определен терминологически особым стандартом (ГОСТ 17.5.1.01-78). Н.Ф. Реймерс определяет «техногенез» как «процесс изменения природных комплексов под воздействием производственной деятельности человека» (1990). Раскрывая содержание этого термина, Реймерс считает, что оно «заключается в преобразовании биосферы, вызываемом совокупностью геохимических процессов, связанных с технической и технологической деятельностью людей по извлечению из окружающей среды, концентрации и перегруппировке целого ряда химических элементов, их минеральных и органических соединений».

Однако такое определение совершенно не подходит, если эколог имеет дело не с биосферой в целом, а с локальной экосистемой или конкретным природным комплексом. В пределах таких ограниченных по площади объектов имеет место, как правило, не только перегруппировка химических элементов, но целая совокупность воздействий на ландшафт и экосистемы. Как видно из вышеприведенного, в определение техногенеза эти воздействия не укладываются.

Другая крайность, когда вместо расширенного определения, - до масштабов биосферы как в случае с техногенезом, используется слишком узкая трактовка. Например, экосистема техногенная по Реймерсу это «экосистема, возникшая или значительно измененная под влиянием техногенных факторов (например, осушенные болота, подтопленные земли, вырубки и т.д.)». Очевидно, что подобное определение, если его понимать буквально, трудно применить к измененным человеческой деятельностью экосистемам, в которых произошло не однофакторное

изменение экологической обстановки, а ее значительная трансформация по всем составляющим параметрам.

О.Н. Толстихин (1990), анализируя видоизменения в природе, преобразования природных комплексов под воздействием деятельности человека с помощью различной техники, технических средств и инженерных сооружений, процессы, возникающие в природе при этом, называет «техногенными процессами», а для характеристики совокупности процессов считает правомерным применение термина «техногенез». По его мнению, общепринятое определение «антропогенные процессы», не отражает технического, технологического начала.

В некоторых публикациях новые термины вводятся в зависимости от целевого назначения получаемых результатов работ. Так, например, в работе Е.И. Бурцевой (2006) для оценки эффективности функционирования ресурсно-продуктовой системы производственных процессов предлагается использовать термин «средоемкость», как соответствующий, по мнению автора, ее эколого-экономической сущности и более корректный, чем термин «природоемкость».

Л.Л. Розановым разработана оригинальная научная концепция формирования и эволюции антропогенного рельефа – геотехноморфогенеза и вводятся такие понятия как геотехноморфогенное пространство, геотехноморфосистема, рельефоиды (жилые, промышленные, гидротехнические и другие инженерные сооружения), рельефиды (подвижно-неподвижные технические устройства, самоходные установки) (Розанов, 2001; 2012).

Геотехноморфогенное пространство, по мнению автора, представляет собой «материальное тело, состоящее из совокупности природных, техногенно-природных и техногенных компонентов, на которые воздействуют экзо-, эндо- и техногенные факторы, результирующая поверхность соприкосновения (взаимодействия) которых является видимым ограничением данного пространства». А под геотехноморфосистемой понимается «системно взаимосвязанная совокупность форм рельефа, рельефоидов, рельефидов и геотехноморфологических процессов, представляющая объективно существующее материальное образование». Автор утверждает, что современный геотехноморфогенез это динамично развивающийся непрерывно-

прерывистый процесс изменений и преобразований морфообъектов земной поверхности и слагающего их вещества в результате взаимодействия природного и техногенного факторов на локальном, региональном и континентальном уровнях.

Одним из перспективных подходов для оздоровления экологически неблагополучных районов и возрождения депрессивных территорий считается концепция эколого-хозяйственного баланса территории (Кочуров, 1999), которая предполагает создание новых пространственных форм природопользования – экологических структур устойчивого развития: эколополисов, техноэколополисов, эколого-экономических зон и т.п., где техногенные образования встраиваются в природные системы и образуют устойчивый и сбалансированный симбиоз – геоэкосоциосистему.

В известных работах последних лет (Кочуров, 1999; Бакланов, 2000; Региональное природопользование, 2002; Александрова, 2006; Красовская, 2008 и др.) рациональное природопользование, вопросы охраны природы, проблемы загрязнения природной среды, планирования природно-ресурсных потенциалов региона рассматриваются с позиций геоэкологии (географической экологии).

Т.Д. Александрова (2006), анализируя становление новых направлений в географии, пишет о том, что «хотя процесс экологизации интенсивно развивался в отечественной географии в 1980 гг., экологические подходы в географии существовали значительно раньше. Географы, говоря об экологической парадигме, вспоминают А. Гумбольда, классические труды В.В. Докучаева, А.И. Воейкова, Л.Г. Раменского; Х. Берроуза, написавшего в 1923 г. статью «География как экология человека», К. Тrolля, заговорившего о геоэкологии в 1930 гг., В.Б. Сочаву, считавшего, что экология человека – ключевая концепция в географии; истоки экологизации географии нашли даже в трудах Геродота».

Далее автор подчёркивает, что геоэкология возникло на стыке двух наук – географии и экологии, явившись логическим завершением процесса экологизации географии.

Относительно подробный исторический анализ развития геоэкологии как научного направления приведен в работе В.Б. Поздеева (2006). При этом геоэколо-

гия определяется как географическое интегральное научное направление, находящееся в сфере пересечения естествознания, обществознания и технoзнания и изучающее пространственно и системно организационные процессы и явления, возникающие в результате взаимодействия общества и природы.

В последнее время термин геоэкология находит все более распространенное применение и в других направлениях, например в геологии.

Л.Л. Прозоров и В.Н. Экзарьян (1999; 2000) приводят логико-хронологический граф, показывающий развитие двух естественных наук – биологии и геологии, отражающих взаимодействие биосферы и геосфер Земли и что, по мнению авторов, их закономерное сближение по многим позициям является главным, сущностным признаком формирования основ новой междисциплинарной науки – геоэкологии (геология и экология).

Географические аспекты территориальной организации природопользования, ее бассейново-региональный принцип районирования рассматриваются в монографии Т.Г. Руновой с соавторами (Территориальная организация..., 1993).

При изучении изменений природных объектов вне зависимости от характера источника преобразований (природных или антропогенных процессов) большинство исследователей придерживаются системного анализа. При этом познание отдельных характеристик, параметров и явлений, связанных с объектом исследования развивается от простого к сложному, от низшего к высшему.

Анализируя понятие «система» Г.С Розенберг и Ф.Н. Рянский подчеркивают, что оно с середины XX столетия стало одним из ключевых философско-методологических и специально-научных понятий, в то же время до сих пор многими специалистами вводятся в его определение все новые критерии (Розенберг, Рянский, 2006).

По мнению многих специалистов, определение системы впервые высказаны Л. фон Берталанфи еще в 40-х годах прошлого столетия, который привел, что «Система может быть определена как совокупность, элементов, находящихся в определённых отношениях друг с другом и со средой (Василевич, 1977; Поздеев, 2006). Анализируя и другие определения системы, предлагаемые разными авторами, В.И. Василе-

вич (1977) подчеркивает, что некоторые из них слишком широки (например, Хайлова, Крымского, Ланге, Камшилова, Малиновского и др.), другие односторонни и не позволяют проводить границы между соседними однотипными системами (Садовского, Урсула, Гаазе-Рапопорта, Анохина и др.). В его работе система приводится как совокупность объектов, которая связана внутри себя такими отношениями элементов, которые являются проявлением их существенных свойств, и которые гораздо сильнее между элементами данной системы, чем отношения с элементами, не входящими в нее, или с другими системами. На границах систем связи становятся менее тесными или меняется их характер. Сила отношений внутри системы должна быть достаточно высокой, должно появиться что-то новое, что позволило бы говорить о системе как целом (Василевич, 1977).

В.В. Снакин (2000) объясняет системный подход как общенаучный подход, направленный на познание механизма интеграции систем как целостных образований – единств, состоящих из взаимосвязанных и взаимодействующих, нередко разнородных элементов. При этом подчеркивается, что каждая система выступает как элемент более высокой системы. В свою очередь, по Э.Б. Алаеву (1983) «элементом системы» могут быть как отдельный объект, так и совокупность объектов, выполняющих одну функцию. Под функцией системы понимается ее роль в системе более высокого ранга. Экосистемный анализ природных (естественных) и искусственных систем приводится и в работах С.О. Ондара с соавторами (Ондар и др., 2000).

Недропользование при современном развитии технологий и техники разработки месторождений минеральных ресурсов всегда сопровождается масштабным преобразованием исходных экосистем. Предметом наших исследований являются видоизмененные и преобразованные природные системы. При оценке степени преобразований логично рассматривать процесс изменения природной среды во взаимосвязи с источником воздействия, т.е. горным производством.

В такой системе наиболее регулируемым и в то же время выступающим как преобразующий элемент является производство, которое в свою очередь можно разложить на отдельные составляющие: технологии и технику. Академик

И.П.Герасимов говорил о том, что применение новой техники требует особенно глубоких знаний географических особенностей территории.

Преобразуемая часть системы – природная среда характеризуется сложными взаимосвязями между ее компонентами, абиотической и биотической составляющими, которые в естественных условиях находятся в сбалансированном экологически равновесном состоянии.

В географической литературе имеется много определений по классификации измененных или нарушенных человеческой деятельностью ландшафтов и экосистем. Некоторые исследователи под антропогенным ландшафтом понимают культурный или измененный человеком ландшафт, «в котором непосредственное приложение к нему труда человеческого общества так изменило соотношение и взаимодействие предметов и явлений природы, что ландшафт приобрел новые, качественно иные, особенности по сравнению с прежним, естественным своим состоянием» (Саушкин, 1951). Деление на первобытные (естественные), измененные (преобразованные) или затронутые в разной степени (в некоторых работах с приведением процентных отношений), культурные ландшафты встречается в работах многих авторов, занимавшихся вопросами ландшафтной классификации (Калесник, 1955; Жекулин, 1961; Мильков, 1973; Исаченко, 1980; Техногенные ..., 1985 и др.).

Л.В. Моторина считает, что «техногенные новообразования, значительно отличающиеся по своим структурно-функциональным особенностям от ранее существовавших природных комплексов, ... служат доказательством появления новых антропогенных ландшафтных категорий. Сочетание же техногенных новообразований и техногенных модификаций, их значительная концентрация на больших площадях позволяет говорить о возникновении новых техногенных ландшафтов» (Моторина, 1985). Далее здесь же автор приводит, что «влияние техногенного фактора может быть столь существенно, что на месте сравнительно однородных природных ландшафтов образуются значительно различающиеся между собой природно-техногенные комплексы».

Авторы работы (Восстановление земель..., 2000) отмечают, что выполнение природной геосистемой (ландшафтом) любой социально-экологической функции

ведет к ее трансформации в разные типы природно-техногенной геосистемы, различающиеся насыщенностью территории постоянными и временными источниками нарушений экологического равновесия. При этом сумма разнообразных изменений выражается в изменении морфологической структуры ландшафта и его функционировании.

С подъемом экономики и в силу истощения природных (в т.ч. минеральных) ресурсов в центральных областях России в последние годы все больший интерес вызывает идея расширения недропользования на северных территориях, которые во все времена считались огромным эколого-географическим резервом (Котляков, Агранат, 1999) не только для России, но и всего мира.. В связи с этим развиваются и экологические исследования возможных последствий для специфической природной среды региона при разных сценариях природопользования. Необходимость комплексного подхода при оценке состояния природной среды в результате освоения Севера рассматриваются в работах (Герасимов, 1979; Сыроечковский, 1984, 1989; Крючков, 1987; Котелина, Арчегова и др. 1998; Арктика на пороге..., 2000 и др.), в материалах различных научных, научно-практических конференций, симпозиумов, семинаров по проблемам северного природопользования, охраны природы и контроля качества природной среды.

Необходимо отметить, что во всех приведенных выше и во многих других работах при характеристике объектов исследований, как естественных, так и нарушенных человеческой деятельностью природных систем исследователи в большинстве случаев исходят от поставленных ими задач, нередко переходя от чисто географических понятий к биологическим, или наоборот, упорно придерживаясь целенаправленного изложения материала.

Например, в словаре (Охрана ландшафтов, 1982) приводится, что понятие «экосистема» целесообразнее употреблять в тех случаях, когда на первое место ставится проблема охраны биоты, географические же термины предпочтительнее использовать, когда основное внимание уделяется охране других компонентов природы: вод, воздуха, литосферы, а также ландшафтов в целом.

Таким образом, в теории и практике природопользования, в частности в прикладной экологии Севера, до настоящего времени не разработано универсальной «таксономии» экологических единиц. Даже в российском законодательстве применены не строго научные определения единиц окружающей среды, которые вовлекаются в природопользование и подлежат охране. Понятийный ряд Федерального закона об охране окружающей среды включает такие термины как «природный объект», «природно-антропогенный объект», «антропогенный объект», «естественная экологическая система», в других нормативных документах фигурируют наименования «национальный парк», «заказник», «заповедник» и др., каждое из которых трактуется применительно к конкретным правовым обстоятельствам или природным обстановкам.

При недропользовании определенным изменениям подвергаются почти все основные компоненты природной среды, включая атмосферный воздух, элементы ландшафта, водной и наземной систем. При этом изменения атмосферного воздуха связаны с привнесением в его состав пылегазовых составляющих, продуктов техногенных выбросов, рельеф в основном подвергается механическому воздействию, водная среда испытывает тепловое и химическое влияние, на почвенно-растительный покров накладывается механическая, тепловая и геохимическая нагрузка, а животному миру достается весь антропогенный пресс, включающий, кроме приведенных выше, еще и физическое уничтожение, шумовой и психологический эффект.

Таким образом, основным объектом, воспринимающим суммарное антропогенное воздействие при недропользовании, является биологическая составляющая среды, т.е. растительный и животный мир трансформируемой территории.

В связи с этим, за основные экологические единицы, исследуемые в диссертационной работе, приняты **экосистема и экосистемные комплексы**, как природные объекты, подвергающиеся при недропользовании максимальному геотехногенному воздействию. Под экосистемным комплексом при этом принимаем комплекс, включающий горизонтальное или вертикальное сочетание двух или нескольких экосистем (Дедю, 1989).

Проведенный анализ особенностей природной среды региона, в контексте проблемы недропользования позволила нам дифференцировать природные комплексы (экосистемы) криолитозоны Якутии на структурные единицы, рассматриваемые как объекты изучения и разработки проблемы недропользования. Методологическая идея дальнейшего развития исследований состоит в том, чтобы выявленные объекты (экосистемные комплексы, ЭСК) должны отражать в своем состоянии не изменения отдельных компонентов природной среды (биолого-почвенных, геохимических, гидротермических и геокриологических, фауно-флористических и т.д.), а интегральным образом характеризовать преобразование объектов от исходного состояния, предшествующего недропользованию, в измененное состояние под воздействием разработки месторождений. Выбрав такой объект, мы можем, следовательно, представить стадийность преобразования природных объектов при недропользовании как процесс их перехода из естественного состояния в антропогенно- (техногенно-) измененное состояние (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3. Схема преобразования экосистемных комплексов в природно-техногенные экосистемные комплексы при недропользовании

При выявлении антропогенных изменений в природной среде в первую очередь выдвигаются вопросы оценки состояния экосистем до воздействия внешних

факторов или спустя некоторое время после них. Оценка состояния природной среды служит основой для разработки и осуществления прогноза воздействия на окружающую среду и базой для экологического нормирования антропогенных нагрузок (Пых, Малкина-Пых, 1996). При этом важно определиться с самим понятием экологической оценки состояния среды.

Фундаментальным, по мнению авторов работы (Пегов, Ростопшин, 1981), в анализе оценки как вида сложной междисциплинарной деятельности является представление об оценке как о выражении субъект-объектных отношений. Определенные состояния рассматриваемых систем («объектов») становятся желательными или нежелательными, вредными или полезными только будучи вовлеченными в категориальные схемы ценностей, построенные человеком («субъектом»). Сложность получения оценки как особого вида познавательной деятельности определяется тем, что оценку состояния «объекта» нельзя свести к измерению некоторой суммы его характеристик и свойств. Для получения «субъект-объектной» оценки необходимо соотнесение характеристик состояния «объекта» с категориальной системой «субъекта».

Н.Ф. Реймерс (1990) считает, что экологическая оценка - это определение состояния среды жизни или степени воздействия на нее определенных факторов.

По Г.Т. Фрумину при субъективном подходе (с позиций человека) состояние экосистемы можно привести в виде характеристики совокупности ее количественных и качественных биогенных, абиогенных и антропогенных показателей применительно к видам ее использования (Фрумин, 1998).

От свойств и состояния ландшафтов зависят важные для человека и уязвимые при антропогенных воздействиях средо – и ресурсовоспроизводящие функции геосистем (Кочуров, 1999), которые в полной мере выполняются ландшафтами, находящимися в нормальном, ненарушенном состоянии. При нарушении нормального состояния природных компонентов выполнение этих функций становится неполным или может совсем прекратиться. Таким образом, экологическая оценка, по мнению Б.И. Кочурова, сводится к определению степени пригод-

ности (благоприятности) природно-ландшафтных условий территории для проживания человека и ведения какого-либо вида хозяйственной деятельности.

В словаре-справочнике В.В. Снакина (2000) оценка состояния окружающей среды, компонентов ландшафта приводится как соотнесение реальной ситуации с идеальной и временной нормами по различным (стандартизованным) переменным, либо с исходным состоянием объекта. Необходимо отметить, что, несмотря на многочисленные замечания при сравнительных анализах состояния природных комплексов до сих пор широко используется санитарно-гигиенический подход с применением в качестве критерия оценки уровень содержания какого-либо вещества относительно его предельно допустимой концентрации (ПДК).

Оценка состояния природных и природно-антропогенных систем производится на всех этапах разработки модели принятия решения проблемы. Состояние может быть оценено в абсолютных величинах (например, как сумма баллов по различным показателям) или относительно желательного (нормального) состояния (Красилов, 1992).

Анализ исследований по оценке состояния экосистем в работе других авторов (Дмитриев, Фрумин, 2004) позволил подчеркнуть, что в зависимости от целей, задач, масштаба, специфики исследования в понятие «экологическая оценка состояния природной системы» вкладывается разный смысл:

- определение степени пригодности природных комплексов и их компонентов для жизни организмов;
- параметрическое определение состояний природной среды, обеспечивающих существование сообществ живых организмов, характерных для этих состояний в условиях естественного или антропогенного режимов их развития;
- получение на многокритериальной основе «портрета нормы» экосистемы;
- эколого-географическое нормирование состояния природной системы и внешнего воздействия на нее;
- субъект-объектная многокритериальная оценка состояния природного объекта с позиций устойчивого функционирования биоценозов, сохранения в них

естественного хода сукцессионных процессов или с позиций степени пригодности (потенциальной полезности) его для человека (общества);

- оценка химического, биологического состава и физических свойств природного объекта, обуславливающих устойчивое функционирование в нем конкретных сообществ живых организмов, сохранение определенного типа экологической сукцессии, или оценка его пригодности для различных видов использования человеком;

- исследование параметров структуры и функционирования экосистем природного объекта в естественных и измененных условиях с целью их рационального использования, оптимальной эксплуатации для удовлетворения потребностей людей и жизни организмов.

А.Г. Исаченко (1980) подчеркивает, что при прогнозировании последствий вмешательства человеческой деятельности в жизнь естественных природных систем, необходимо перейти от изучения непосредственных изменений природных компонентов к исследованиям нарушения их взаимосвязей, т.е. нарушения структуры и функций геосистем. При таком подходе выделяются три основных аспекта, которые необходимо учитывать при исследованиях:

- важно выяснить, какие изменения вызовет в различных компонентах геосистемы нарушения одного из основных ее составляющих (например, уничтожение лесной растительности – изменения в почве, влагообороте, тепловом балансе и т.д.), что основывается на межкомпонентных или «вертикальных» взаимосвязях;

- исходя из межсистемных («горизонтальных») связей, нужно определить зоны негативного или позитивного воздействия (изменений) на геосистемы за пределами очага;

- необходимо учитывать, что всякое вмешательство в естественное функционирование геосистемы вызывает в ней цепь последовательных изменений (сукцессий) самого разного характера (деструкционный или восстановительный, обратимый или необратимый, длительный или кратковременный).

Многие исследователи ряд важнейших факторов, характеризующих различные направления, динамику, масштаб, вид изменений природных комплексов, ас-

социируют с понятием устойчивости геосистем (ландшафтов, экосистем) к внешнему воздействию (Граве, 1980; Максимов, 1988; Снакин и др., 1995; Кочуров, 1999; Федоров, 2000; Дмитриев, Фруммин, 2004; Serageldin I, oth., 1994 и др.).

Применительно к территории Республики Саха (Якутия) устойчивость природных систем к техногенным воздействиям наиболее подробно рассмотрена в монографии Е.И. Бурцевой (2006). Автор на основе анализа известных работ по определению устойчивости различных систем, ее аспектов, исследований по уязвимости и чувствительности криогенных ландшафтов приходит к выводу, что для выявления связи техногенных воздействий и их последствий предпочтительнее пользоваться понятием «уязвимость» экосистем, характеризующимся сочетанием комплекса ведущих экологических факторов. В качестве ведущих факторов Е.И. Бурцева рассматривает климатические (средние многолетние годовые температуры воздуха, суммы среднесуточных температур выше 5°C , среднее многолетнее количество осадков), биотические (средний запас древесины на 1 га лесопокрытой площади, видовое разнообразие млекопитающих, краснокнижные виды растительности и животных), литогенные (льдистость грунтов и глубина сезонного протаивания). Далее путем определения индекса напряженности фактора (ИНФ - отклонение от среднего состояния объекта в относительных величинах), ранжирования по нарастанию фактора напряженности произведена комплексная оценка природных выделов территории Якутии и районирование по этому показателю по административным единицам (улусам) (рисунок 1.4).

Как видно из рисунка 1.4, районы расположения добываемых минеральных ресурсов Якутии отличаются разной уязвимостью природных комплексов. Так, например, природная среда Нерюнгринского, Мирнинского, Нюрбинского, Томпонского районов характеризуются относительно высокой, Верхоянского и Оймяконского – высокой, а Анабарского и Усть-Янского районов – очень высокой уязвимостью. Районы Южной Якутии (Ленский, Олекминский, Алданский) отнесены к территориям с относительно низкой уязвимостью (с относительно высокой устойчивостью), а природные объекты Усть-Майского района – к территории со средней уязвимостью природных комплексов.



Рисунок 1.4. Комплексная оценка уязвимости природных комплексов к техногенным воздействиям (Бурцева, 2006).

В работе за низшую единицу объекта оценки принят административный район, что, по мнению Е.И. Бурцевой, позволяет адресно ориентировать рекомендации по улучшению состояния окружающей среды.

Необходимо отметить, однако, что при таком подходе изначально игнорируется экосистемный анализ при оценке изменений природных комплексов, которые многообразны в пределах тех же административных единиц и не ограничены данным делением. На наш взгляд, ограничение границ распространения экосистемных комплексов рамками каких-либо других, кроме природных рубежей не объективно как в методическом, так и в практическом плане. Данное обстоятель-

ство признает и сам автор, отмечая, что внутри каждого района имеются свои частные экологические проблемы и свои «горячие точки».

Нам представляется, что изучение трансформации экосистемных комплексов в природно-техногенные включает сравнение изменений отдельных компонентов природной среды (ландшафтных и геокриологических, гидрохимических и гидро-биологических, геохимических, биолого-почвенных, фауно-флористических и т.д.) по стадиям их преобразования в течение освоения территории (рисунок 1.5).

Необходимо отметить, что влияние факторов антропогенного давления на биологические системы и их реакция сильно варьирует как по времени и степени нарушения равновесия, так и по площади распространения (Ондар и др., 2000).



Рисунок 1.5. Последовательная схема исследования трансформации природных комплексов при недропользовании и разработки природоохранных мероприятий

Наиболее чутко на изменение исходных показателей среды под внешним воздействием реагирует растительный покров, состояние который отражает произошедшие изменения, как в почвенном субстрате, так и внешние воздействия через атмо-

сферный воздух. Растительный покров в свою очередь во многом определяет структуру животных комплексов.

Зоологические объекты, по мнению многих специалистов, обладают некоторой инерционностью восприятия многих изменяющихся факторов среды. К тому же многие виды животных (крупные млекопитающие, ихтио и орнито-фауна) просто могут сменить трансформированную территорию обитания на более комфортную, не подвергнутую техногенному воздействию. Последнее обстоятельство сильно усложняет ориентировку принятия зоологических объектов в качестве основных индикаторов оценки изменения природной среды при антропогенном воздействии.

1.4. Геоэкологическая типизация природных комплексов и объектов недропользования Якутии

Эффективность использования тех или иных природоохранных мероприятий будет зависеть от территориальной дифференцированности региона по наиболее значимым параметрам природной среды территории, ее особенностей.

Для успешного внедрения в практическую деятельность многих идей совершенствования природопользования необходимо опираться на знание реально сложившейся ситуации в природопользовании, его эволюции, пространственных и временных закономерностей его формирования и факторов, их определяющих (Территориальная ..., 1993).

Анализ работ по районированию северных территорий России. Н.И. Михайлов (1985) анализируя развитие знаний о районировании территорий по различным природным признакам отмечает, что к середине XIX в. географы подошли к представлениям о существовании целостных территориальных природных комплексов и разработке вопросов физико-географического районирования. И он подчеркивает, что в решении данной проблемы существенный вклад внесли представители русской классической географии, что позволяет считать Россию родиной научной теории географического районирования. В качестве примеров Н.И. Михайлов при-

водит взгляды известных отечественных общественных деятелей и географов, как, например, А.Н. Радищева, К.И. Арсеньева, П.П. Семенова-Тян-Шанского.

Далее отмечаются работы А.И. Воейкова по климатическому и физико-географическому районированию территории России, В.В. Докучаева и его учеников по разработке теории географической зональности на равнинах, высотных поясов в горах, принципов зонального районирования, первые результаты Л.С. Берга по районированию Азиатской части России по геоморфологическому и ландшафтному признакам. Особенно важную роль в отношении глубокого анализа факторов формирования природных комплексов сыграли идеи В.В. Докучаева о необходимости комплексного исследования территории и изучения природы как целостного образования. Развитие этих идей способствовало возникновению теоретической концепции физической географии, и на ее основе в дальнейшем развитию учения о ландшафтах (Михайлов, 1985).

В советское время вопросы методологии и методики районирования территории СССР и ее отдельных регионов по самым разным направлениям нашли отражение в работах Д.Л. Арманды, Н.А. Гвоздецкого, И.П. Герасимова, А.А. Григорьева, А.Г. Исаченко, С.В. Калесника, Б.И. Кочурова, Ф.Н. Милькова, Т.Г. Руновой, В.Н. Солнцева, В.Б. Сочавы и других специалистов.

Многие исследователи придерживаются регионального подхода при эколого-географическом анализе динамики, тенденций изменения состояния природных комплексов при различных внешних воздействиях. В. Б. Сочава (1978) отмечал важность регионального подхода в географии, подчеркивая, что «изучение региональных проблем при системном подходе обнаруживает новые «точки роста» и имеет мощный потенциал развития».

В работе (Хропов, 1991) отмечается, что определение границ Севера и его внутренняя дифференциация приобретает существенное прикладное значение, так как с этим связан вопрос о материальном и моральном стимулировании людей, живущих и работающих в труднодоступных районах с неблагоприятными природными условиями.

В общей сложности насчитывается около 20 вариантов обоснования границы Севера России, в которых используются различные критерии от физико-географических условий до этнографических признаков (Красовская (2008).

Например, известный северовед С.В. Славин (1982) в зависимости от удаленности от промышленных баз, центров потребления продукции, транспортных коммуникаций (т.е. развитых промышленных областей страны) выделяет Дальний (зоны тундры, лесотундры, часть северной тайги и все территории, расположенные севернее Полярного круга) и Ближний Север (территории севернее на 200-400 км от основных железнодорожных магистралей).

Некоторые авторы выделяют южную границу Севера по признаку невозможности широкого и надежного выращивания зерновых культур (Агранат, 1992) или по неблагоприятным природным условиям развития сельского хозяйства (Славин, 1982), по продолжительности отопительного сезона (Потапова, 1964) и др.

И.В.Семенов и Р.К. Сиско (1973) считают, что «Арктика представляет собой единый природный территориально-акваториальный комплекс (геосистему) ландшафтной оболочки, специфика которого определяется прежде всего географическим высокоширотным положением». Самобытность Арктики как целого выдела связана с астрономическими, в основном солярными, причинами, т.е. характером и степенью освещенности и радиационного облучения земной поверхности (Горбацкий, 1967).

Определение границ северного региона по южной границе зоны распространения многолетнемерзлых пород приводит В.В. Крючков (1987). Преимуществом такого подхода является акцентирование внимания к процессам развития биологической компоненты природно-территориальных комплексов, которые являются, во-первых, прямыми индикаторами естественной экологической устойчивости северных экосистем, а во-вторых, наиболее уязвимы к воздействию антропогенных и техногенных факторов.

В последние годы в связи с повышением экономической заинтересованности руководства страны к расширению освоения северных территорий поднимается вопрос нового пересмотра районирования Севера России.

Так, например, М.К. Гавриловой с соавторами на основании уточнения зон районирования с учетом факторов климатообразования и количества дней с неблагоприятными биологическими условиями (число дней с температурой ниже 5 °С) предлагается введение 4 климатозкономических зон (Крайний Север, зона приравненная к Крайнему Северу, Север, зона приравненная к Северу).

В другой работе специалисты Института мерзлотоведения СО РАН предлагают методический подход для районирования территории России по условиям проживания с учетом геокриологической обстановки (Шепелев, Шац, 2005). За показатели геокриологических условий авторами выбраны характер распространения многолетнемерзлых пород, мощность, температура и льдистость мерзлой толщи горных пород, а за климатическую характеристику приводится сумма отрицательных температур воздуха.

Анализ ранее выполненных работ позволил С.И. Заболотнику (2008) выдвинуть свою версию районирования территории страны по суровости климатических условий с выделением абсолютно экстремальных, экстремальных, суровых и дискомфортных районов.

Имеются методические подходы для районирования территории Севера по медико-биологическим критериям (Тимофеев, Кривошапкин, 2005).

Принципиальных различий в полученных результатах при всех рассмотренных вариантах районирования не имеются, кроме отнесения некоторых регионов к тем или иным категориям территорий. Необходимо отметить, что территория Якутии по всем показателям относится к наиболее дискомфортным (экстремальным) зонам для проживания и жизнедеятельности людей.

Структурирование территории Якутии. Территория Республики Саха (Якутия) среди других регионов России является уникальной по сочетанию неблагоприятных географических и геоэкологических факторов, что делает практически весь этот регион экстремальным по условиям хозяйственной и иной деятельности, проживания людей, поддержания здесь экологической устойчивости экосистемных комплексов. Эта отнюдь не позитивная особенность объективно предопределяет необходимость в данном регионе крайне предусмотрительного природопользования,

в частности с особо тщательным соблюдением принципов экологического нормирования, которые должны стать своеобразной идеологией всей хозяйственной деятельности в Якутии.

Структурирование территории Якутии с позиций геоэкологического районирования к настоящему времени не разработано. Наиболее заметные работы последних лет посвящены различным аспектам природопользования, оценке состояния природной среды, вопросам охраны природы региона, и т.д.

Прежде всего, необходимо отметить работы по различным аспектам проявления особенностей многолетнемерзлых пород и грунтов (Граве, 1979; 1980; Закономерности ..., 1993; Устойчивость..., 1980 и т.д.), т.к. мерзлотный ландшафт представляет собой природное образование в криолитозоне, фокусирующее все межкомпонентные связи в единую систему (Мерзлотные ландшафты..., 1989).

Н.А. Граве (1979) приводит схему районирования территории Якутии по степени чувствительности поверхности к техногенным воздействиям, где вся площадь региона в зависимости ландшафтных особенностей, мощности мерзлоты, температуры мерзлых пород и глубины протаивания разделена на сильно, - средне, и слабо-чувствительные районы.

В работе (Мерзлотные ландшафты..., 1989) на основе выявления закономерностей пространственной дифференциации мерзлотных ландшафтов создана мерзлотно-ландшафтная карта Якутии и в результате анализа обширного материала по природным условиям произведена инвентаризация ландшафтов региона в виде кадастра. Подчеркивается, что многолетнемерзлые породы играют определяющую роль в природных системах криолитозоны, что отражается во всем комплексе природных условий.

Значительное место занимают работы по таежно-аласным экосистемам Центральной Якутии, которые являются уникальными ландшафтами криолитозоны, характеризуются своеобразной почвой и растительностью и представляют собой динамическую систему, зарождение, рост и развитие которой неразрывно связано с географической средой (Соловьев, 1959; Строение..., 1979; Иванов, 1984; Босиков, 1991; Аласные экосистемы ..., 2005 и др.).

Д.Д. Саввиновым (Гидротермические..., 1976) отмечается, что при интенсивном освоении территории мерзлотных областей самые существенные изменения происходят в гидротермическом режиме почвогрунтов, что вызывает изменения растительного покрова. В работе приведена общая схема почвенного гидротермического районирования равнинной территории Западной Якутии, с выделением тундровой (чрезмерно холодных и избыточно увлажненных почв) и таежной (холодных, сильно холодных, влажных и недостаточно влажных почв) зон. Зона таежных почв разделена на 3 подзоны, 5 провинций и 12 гидротермических районов.

Дальнейший анализ изменений основных составляющих наземных экосистем позволил автору обосновать гипотезу развития мерзлотной антропогенной аридизации таежно-аласных ландшафтов как последствия необдуманной деятельности человека (Саввинов, 1981).

Различным вопросам исследований гидротермических режимов почв Центральной Якутии посвящен ряд работ (Дмитриев, 1997; Пестерев, 1997; Саввинов, 1998, и др.).

Вопросам районирования почв территории Якутии посвящены работы Л.Г. Еловской (1987; 1978), в которых отражены закономерности географического распространения мерзлотных почв, их генезис.

Дальнейшее развитие исследований Г.Н. Саввиновым (2000) позволили выделить агрогенные, техногенные и селитебные эколого-почвенные комплексы (ЭПК). В работе подчеркивается закономерность зависимости устойчивости эколого-почвенных комплексов от положительных (приход тепла, увлажненность, состав почвообразующего субстрата и др.) и неблагоприятных (наличие и мощность криолитозоны, дефицит влаги, низкий уровень суммарной солнечной радиации и т.д.) факторов.

Результатам впервые проведенных на территории Якутии комплексных экологических исследований по бассейновому принципу посвящены несколько монографий по наземным и речным экосистемам рек Вилюй и Амга (Экология бассейна р. Вилюй, 1992; 1993, Саввинов, Кривошапкин, Копылов и др. 1996; Экология верхней Амги, 1992; Экология средней Амги, 1993; Экология нижней Амги, 1994).

Бассейн р. Виллой рассматривается как территория, испытывающая наибольшую антропогенную нагрузку в результате строительства каскада Виллойской ГЭС, деятельности алмазодобывающих предприятий, геологоразведочных работ, сельскохозяйственного производства и крупных населенных пунктов, расположенных в Западной Якутии.

Комплексное экологическое описание природной среды проведено и по бассейну р. Амга, основной водной артерии заречной группы районов Якутии, которая играет особую роль в формировании природно-климатических условий данного региона (Экология верхней Амги, 1992). Полученные в ходе трехлетних экспедиционных исследований результаты по ландшафтным, геоморфологическим особенностям, химическому, гидробиологическому, ихтиологическому составу реки Амга, материалы по почвенно-растительному покрову, набранные по различным профилям по всей длине реки, данные по животному миру, служат основой для оценки состояния других более подверженных различным хозяйственным преобразованиям территорий.

Эколого-экономические вопросы освоения северных территорий на примере Республики Саха (Якутия) рассмотрены в работе И.И. Поисеева (1999), который считает, что Север является наиболее слабым звеном биосферы и северные экосистемы находятся в состоянии предельного равновесия из-за исключительно низкой их самовосстанавливающей способности. В работе обоснованы тундровая, горно-таежная и аласно-таежная формы традиционного природопользования на территории Якутии, приводятся эколого-экономические районы при современном уровне природопользования и разработаны схемы территориального ограничения хозяйственной деятельности.

В работе подчеркивается, что однозначно-уверенного ответа в достижении положительных результатов в жизни коренных народностей при переходе только на традиционные отрасли нет. Действительно при современном уровне развития цивилизации ограничения инженерной деятельности (т.е. строительства, добывающей и перерабатывающей топливно-энергетические и ценные минеральные ресурсы дея-

тельности и т.д.) на огромной территории вряд ли принесет любому этносу достаточные рычаги для социально-экономического развития.

Социально-экономические проблемы недропользования на Севере освещены Р.Р. Ноговицыным (2003). В работе анализируются региональные природно-экономические факторы, эколого-экономические аспекты и нормативно-правовые основы, которые необходимо учитывать при определении направлений развития экономического механизма и системы государственного управления недропользования на Севере. Отмечается, что, несмотря на сложные природно-климатические условия Якутии, создание здесь крупной минерально-сырьевой базы страны по ряду ведущих полезных ископаемых дает значительный народнохозяйственный эффект.

Методологическим и методическим подходам комплексной оценки состояния окружающей среды, эколого-экономического ущерба природным ресурсам посвящены исследования Е.И. Бурцевой (2006). В работе развивается идея эколого-экономического районирования территории региона с разработкой таксономической иерархии по климатическим поясам, природным зонам, эколого-экономическим мезо- и микрорайонам. При этом рубежи зональных типов растительности, которые приняты границами мезорайонов, автором откорректированы по устойчивости мерзлотных ландшафтов к техногенным воздействиям и в соответствии с границами административных районов. Данная вольная корректировка объясняется адресностью решения различных задач природопользования и охраны природы, которые на практике реализуются по административным районам.

Ландшафтно – бассейновый подход применен при проведении экологического районирования в работе (Горохов и др., 2000) по бассейну р. Амга. Выделение экологических районов при этом основано на анализе территориальной дифференциации характера хозяйственной освоенности и оценки устойчивости ландшафтов к любым возможным в данных условиях видам антропогенного воздействия. Авторами обоснованы в качестве ведущих критериев районирования тип хозяйственной деятельности, степень преобразованности ландшафтов антропогенной деятельностью и уровень их устойчивости.

Н.А. Николаевой (1991) проведено ландшафтное районирование Западной Якутии на основе принципа классификации геосистем, построенной по двум рядам – геомеров и геохор. В пределах шести провинций Средней Сибири выделены 18 макрогеохор, обособленные по территориальной смежности и общности природных особенностей.

Позднее Н.А. Николаева с соавторами (2000), анализируя воздействие теплоэнергетики на природную среду, разработали карту геосистем Южной Якутии, при выделении которых авторами были использованы мерзлотно-ландшафтная карта, эколого-фитоценотическая карта Азиатской России, карта четвертичных отложений СССР и карта техногенного воздействия на ландшафты территории Нерюнгринского горсовета.

В отдельных работах раскрываются особенности ординации видов техногенной растительности вдоль градиента сукцессии (Миронова, 2000), вопросы адаптации сообществ мелких млекопитающих к существованию в низкопродуктивных северных ценозах (Вольперт, Шадрина, 2002), приводятся результаты оценки качества среды методом биоиндикации (по показателям флуктуирующей асимметрии) (Шадрина и др., 2003), рассматриваются распределение и миграция микроэлементов в отдельных компонентах экосистем Якутии (Саввинов, Сазонов, 2006).

Проведенный краткий анализ работ показывает, что районирование территории Якутии по разным признакам проводится на протяжении, более двух веков (Шумилов, Саввинов, Иванов и др., 2001). Кроме структурирования территории по геолого-геохимическим и топографическим параметрам, а в последние годы — по аэрокосмогеофизическим и некоторым другим характеристикам, известны также физико-географическое, геоморфологическое, мерзлотно-ландшафтное, гидрогеологическое, геоботаническое, и многие другие виды районирования территории Республики Саха. Все имеющиеся варианты районирования территории Якутии отвечают, как правило, на один, тот или иной узкоспециальный вопрос. При экологическом же районировании необходим одновременный учет комплекса факторов, сочетание которых обеспечивает экологический баланс между человеком и природой.

Геоэкологическая типизация территории Якутии. Приведенный выше анализ природных особенностей и опыта дифференциации территории Якутии позволило нам привести геоэкологическую типизацию территории республики (таблица 1.3), в которой отражены основные характеристики экосистемных комплексов преобразуемых в процессе разработки месторождений минеральных ресурсов в трех основных широтно-климатических зонах. Данная схема позволит более эффективно использовать особенности природной среды Якутии при дальнейшем развитии недропользования и может быть полезной для выбора или разработки мероприятий по снижению негативных последствий разработки месторождений, рекультивации нарушенных земель и т.д.

Анализ материалов по типизации экосистем и экосистемных комплексов и по развитию недропользования в Якутии показывает, что на территории Республики разрабатываются многие минеральные ресурсы и углеводородное сырье и основные добывающие предприятия рассредоточены в различных геоэкологических условиях, охватывающих почти весь спектр существующих экосистем и показывает, что предпочтительное расположение какого-то минерального сырья именно на определенной географической зоне не наблюдается (рисунок 1.1).

Тем не менее, можно выделить, например, расположение кимберлитовых трубок, в основном на плато и денудационных равнинах, газовых месторождений на таежно-аласных экосистемных комплексах Центральной Якутии, нефтегазовых месторождений по Приленскому плато, железных руд на ЭСК вершинно-водораздельных поверхностей горных морфоструктур Южной Якутии. Россыпные месторождения золота, алмазов и олова расположены по пойменно-русловым ЭСК в разных широтно-климатических зонах, а золото, уран и оловосодержащие рудные месторождения в основном отрабатываются на вершинно-водораздельных поверхностях и горных склонах.

В работе (Мельников и др., 1983) анализируются закономерности размещения минеральных ресурсов в зоне распространения многолетнемерзлых пород и приводится принципиальная схема систематики месторождений полезных ископаемых в криолитозоне. Авторы выделяют семь типов месторождений (1 - некриолитогенные;

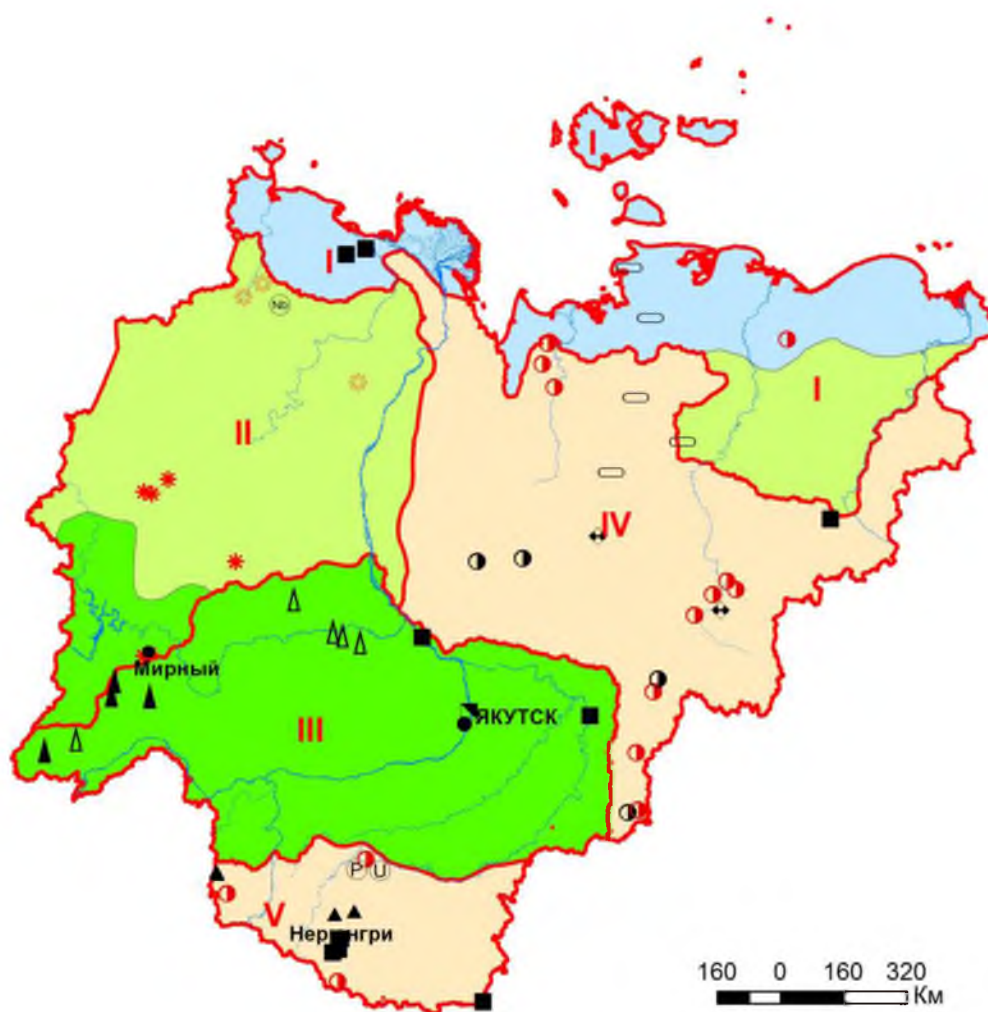
посткриолитогенные, в т.ч. 2-поверхностные, 3-глубинные или субкриолитогенные; собственно криолитогенные, в т.ч. 4-в сцементированных льдом толщах, 5-в толщах морозных пород, 6 – в толщах охлажденных пород; 7 - поликриолитогенные. В схеме отражены 6 геокриологических формаций, в которых могут залегать определенные месторождения, например, формации россыпей, рудоносных базитов, рудоносных гранитоидов, осадочных и нефтяных месторождений.

На основе принципа физико-географического районирования (Федоров, 1991), приведенного в гл. 1.2 материала по особенностям природной среды региона и с использованием материалов по геологической и геоморфологической структуре территории Якутии (Карта ..., 2012; Республика Саха (Якутия) ..., 2009) нами выделены 5 ландшафтных областей и разработана картосхема районирования объектов недропользования Якутии (рисунок 1.6).

В работе (Зелинская и др., 2003) предлагается создание банка данных технологий природопользования по Байкальскому региону с включением данных по виду ресурса (минеральные, углеводородные или др.), типу минеральных ресурсов (например, золото), перечню месторождений (название), описания месторождений (название, местонахождение, запасы, состав руд, пород, особенности залегания), технологии добычи (описание, особенности и т.д.), воздействия на окружающую среду при каждом этапе технологии (оговаривается, что могут быть одинаковыми для различных месторождений и даже для различных типов ресурсов), источников образования промышленных вредных выбросов, технологии переработки (применяемые и перспективные) (описание, тип, особенности и т.д.), воздействие на окружающую среду при каждом технологическом этапе (могут быть одинаковыми для различных месторождений и даже для различных типов ресурсов), источников образования промышленных вредных выбросов.

По мнению авторов, данная база может быть использована для создания технологии комплексного использования минеральных ресурсов региона.

Анализ природных особенностей и исследований по дифференциации территории региона, опыта разработки полезных ископаемых позволило нам привести геоэкологическую типизацию экосистемных комплексов (ЭСК) (таблица 1.3), в



Условные обозначения

ЛАНДШАФТНЫЕ ОБЛАСТИ

- | | |
|--------------------------|-----------------------|
| I - СЕВЕРНАЯ ЯКУТИЯ | IV - ВОСТОЧНАЯ ЯКУТИЯ |
| II - ЗАПАДНАЯ ЯКУТИЯ | V - ЮЖНАЯ ЯКУТИЯ |
| III - ЦЕНТРАЛЬНАЯ ЯКУТИЯ | |

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

- | | |
|--------------------|---------------------------------------|
| * Алмазы коренные | ● Полиметаллы (серебро, свинец, цинк) |
| ⊛ Алмазы россыпные | ○ Олово |
| ▲ Нефть | ⦿ Сурьма |
| △ Природный газ | Ⓟ Апатиты |
| ■ Уголь каменный | Ⓝ Редкоземельные металлы |
| ▣ Уголь бурый | ▲ Железо |
| ● Золото | Ⓢ Уран |

ПРИРОДНЫЕ ЗОНЫ

- | | |
|----------------|----------------------------|
| Тундра | Средняя тайга |
| Северная тайга | Области высотной поясности |

Рисунок 1.6 - Картосхема районирования объектов недропользования в Якутии

которой отражены основные характеристики экосистемных комплексов преобразуемых в процессе недропользования в основных ландшафтных областях, и принципиальную схему геоэкологической типизации видов минеральных ресурсов как объектов недропользования в Якутии (таблица 1.4).

Необходимо отметить, что на данной стадии типизации нет необходимости в уточнении мерзлотных условий, т.к. одни и те же виды месторождений минеральных ресурсов могут быть расположены в самых разных ландшафтах с различными геокриологическими проявлениями.

Предлагаемые варианты типизации объектов недропользования имеют преимущественно специализированное методологическое назначение, позволяя соотносить преобразование природных объектов под воздействием на них процессов и факторов недропользования, а также анализировать возникающие последствия, разрабатывать и внедрять мероприятия по охране окружающей среды или восстановлению состояния экосистем до приемлемого уровня.

Выводы

1. Проведенный нами анализ показал, что недропользование на северных территориях России (в частности в Якутии) развивался в два этапа. Начальный этап связан с расширением границ русского государства и продолжался вплоть до 20-30 гг. XX в. В данный период преобладали традиционные аборигенные формы хозяйственной деятельности – рыболовство, оленеводство, промысел морского зверя (Европейский Север) и добыча пушного богатства (Азиатский Север), заготовки леса, очаговое земледелие, различные заготовки и т.д. За этот данный период были заложены основы изучения географии и геологического строения северных земель, технологии добычи и переработки полезных ископаемых для суровых природно-климатических условий, накоплен значительный материал о месторождениях многих минеральных ресурсов на Севере, начаты разработки наиболее ценных из них.

Характерной особенностью современного этапа развития недропользования на Российском Севере является его доминирующая роль в экономическом блоке регионов и страны в целом. С другой стороны, масштабные и разнообразные формы

Таблица 1.3

Геоэкологическая типизация экосистем (ЭС) и экосистемных комплексов (ЭСК) Якутии, преобразуемых при недропользовании (составлена автором на основе обобщения собственных наблюдений и с использованием литературных и фондовых источников)

Ландшафтные области	Морфоструктурные комплексы	Экосистемные комплексы		Геокриологические особенности
		Ландшафтно-геоморфологические комплексы	Почвенно-растительный покров	
1	2	3	4	5
Северная Якутия	Аккумулятивные равнины и низменности	Едомы озерно-аллювиальные	Мерзлотные тундровые почвы. Тундры типичные.	Сплошная мерзлота мощностью до 470 м. Сильнольдистые отложения, повторно-жильные льды. Термокарст, термоэрозия
		Аласы (термокарстовые понижения)	Мерзлотные торфяно-болотные почвы. Полигонально-валиковые редкокустарниковые тундроболота	Сплошная мерзлота мощностью до 350 м. Под большими озерами сквозные подозерные талики. Морозобойное растрескивание, пучение.
	Низкие горы и денудационные равнины	Вершинно-приводораздельные элювиальные и элювиально-делювиальные	Горнотундровые почвы, подбуры. Горные тундры лишайниковые	Сплошная мерзлота мощностью до 350 м. Отложения слабльдистые. Криогенное выветривание, морозная сортировка
		Пологосклонные делювиально-солифлюкционные	Горнотундровые почвы, подбуры. Горные тундры лишайниковые и зеленомошные	Сплошная мерзлота мощностью до 350 м. Отложения среднелльдистые. Криогенный крип, солифлюксия, курumoобразование.
	Долины крупных рек	Долинные аллювиальные	Мерзлотные пойменные торфянисто-болотные почвы. Тундроболота	Сплошная мерзлота мощностью до 470 м. Сильнольдистые отложения. Морозобойное растрескивание, термокарст, пучение
Западная Якутия	Сильно изрезанные холмистые плоскогорья и плато	Крутосклонные коллювиальные и склоны средней крутизны делювиально-коллювиальные	Горно-тундровые, горные мерзлотные северотаежные типичные почвы. Горные пустыни и тундры, подгольцовые кустарничковые заросли, горные редколесья	Сплошная мерзлота мощностью до 1500 м. Слабльдистые горные породы. Криогенное выветривание, морозная сортировка.
		Пологосклонные делювиально-солифлюкционные		Сплошная мерзлота мощностью до 1500 м. Среднелльдистые отложения. Криогенный крип, солифлюксия, курumoобразование.
		Привершинные поверхности плато и плоскогорий	Мерзлотные северотаежные и таежные почвы. Лиственничные редины и редколесья кустарничково-лишайниковые	Сплошная двухярусная мерзлота до 700 м. Слабльдистые горные породы. Криогенный крип, солифлюксия, морозобойное растрескивание.
		Горно-долинные аллювиальные и гляциальные	Комплекс почв пойменных и надпойменных террас. Тундроболота, ерники и ивняки, лиственничные редколесья	Сплошная мерзлота до 500 м с подрусловыми таликами. Среднелльдистые отложения. Морозобойное растрескивание, термокарст.

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
Центральная Якутия	Аккумулятивные равнины и низменности	Аласы (термокарстовые понижения)	Комплекс аласных почв. Аласные луга злаковые и осоковые	Сплошная мерзлота до 700 м. Под большими озерами сквозные подозерные талики. Сильнольдистые отложения. Морозобойное растрескивание, пучение.
		Межаласные плоскоравнинные	Мерзлотные таежные палевые осолоделые, мерзлотные северотаежные типичные и глееватые почвы. Лиственничные леса кустарничково-зеленомошные, кустарничково-разнотравные, с примесью сосны	Сплошная мерзлота до 540 м. Повторно-жильные льды. Термокарст
	Плоскогорья и плато	Элювиальные и элювиально-делювиальные	Мерзлотные дерново-карбонатные оподзоленные почвы. Лиственничные и елово-кедровые леса кустарничково-зеленомошные.	Сплошная (до 500 м) и перерывистая (до 150 м) мерзлота. Слабильдистые горные породы. Криогенное выветривание, морозная сортировка
	Долины рек	Пойменные и надпойменные террасовые	Мерзлотные пойменные дерново-лесные, лугово-болотные почвы. Лиственничные леса с примесью ели, ерники и осоковые луга	Сплошная мерзлота с подрусловыми таликами. Сильнольдистые отложения. Морозобойное растрескивание, термокарст, пучение
Восточная Якутия	Средние горы	Круто- и среднесклонные коллювиальные и делювиально-коллювиальные	Горногольцовые, мерзлотные северотаежные типичные почвы. Каменистые осыпи, горные тундры, заросли подгольцовых кустарников, горные лиственничные редины и редколесья.	Сплошная мерзлота. Слабильдистые горные породы. Криогенное выветривание, морозная сортировка
		Пологосклонные делювиально-солифлюкционные	Горные тундры, горные лиственничные редины и редколесья. Подбуры тундровые оподзоленные, мерзлотные северотаежные типичные.	Сплошная мерзлота. Слабильдистые горные породы. Криогенный крип, солифлюкция, курумообразование.
	Плоскогорья	Привершинные элювиальные и элювиально-делювиальные выровненные участки плоскогорий	Каменистые россыпи, горногольцовые, мерзлотные северотаежные типичные почвы. Тундры горные лишайниковые и кустарничковые, заросли кедрового стланика кустарничково-лишайниковые, горные лиственничные редины и редколесья.	Сплошная мерзлота. Слабильдистые горные породы. Криогенное выветривание, морозная сортировка
		Пологосклонные делювиально-солифлюкционные	Мерзлотные северотаежные типичные почвы. Лиственничные редины и редколесья.	Сплошная мерзлота. Слабильдистые горные породы. Криогенный крип, солифлюкция, курумообразование
	Днища долин горных рек	Долинные аллювиальные	Мерзлотные пойменные торфяно-болотные, дерново-лесные почвы. Лиственничные редины и редколесья ерниковые, кустарничково-зеленомошные, чозениво-тополевые леса.	Сплошная мерзлота от 150 до 500 м с подрусовыми таликами. Сильнольдистые отложения. Морозобойное растрескивание, термокарст.
Южная Якутия	Средние горы	Круто- и среднесклонные коллювиальные, делювиально-коллювиальные	Подбуры таежные, щебнистые смытые. Лиственничные редколесья кустарничково зеленомошные	Прерывистая мерзлота мощностью до 200 м. Слабильдистые горные породы. Криогенное выветривание, морозная сортировка
		Пологосклонные делювиально-солифлюкционные	Подбуры тундровые оподзоленные, мерзлотные северотаежные типичные. Горные тундры, горные лиственничные редины и редколесья.	Прерывистая мерзлота мощностью до 200 м. Слабильдистые горные породы. Криогенный крип, солифлюкция, курумообразование
	Плоскогорья	Привершинные выровненные участки плоскогорий и низких гор	Подбуры тундровые типичные и оподзоленные. Разреженные заросли кедрового стланика, кустарничково-лишайниковые	Прерывистая мерзлота мощностью до 200 м. Криогенное выветривание, морозная сортировка
		Пологосклонные делювиально-солифлюкционные	Мерзлотные северотаежные типичные почвы. Лиственничные редины и редколесья.	Сплошная мерзлота. Слабильдистые горные породы. Криогенный крип, солифлюкция, курумообразование
	Днища долин горных рек	Долинные аллювиальные	Мерзлотные таежные глееватые и оподзоленные, пойменные дерново-лесные, торфяно-болотные почвы. Лиственничные леса с примесью ели кустарничково зеленомошные	Сплошная мерзлота от 150 до 500 м с подрусовыми таликами. Среднелдистые отложения. Морозобойное растрескивание, термокарст.

Таблица 1.4

Принципиальная схема геоэкологической типизации видов минеральных ресурсов
как объектов недропользования в Якутии (составлена автором на основе анализа литературных источников (Системы разработки угольных..., 1970; Условия эксплуатации..., 1982; Федоров, 2000; Природно-техногенные экосистемы..., 2006 и др.)

Виды минеральных ресурсов	Типичные геоэкологические особенности размещения минеральных ресурсов	Средняя длительность разработки, годы	Характерные формы воздействия на компоненты географической среды
Россыпное золото, касситерит, россыпи алмазов, платины.	Располагаются в долинах малых и средних порядков, в отложениях речных террас, бортах долин, реже на водоразделах при глубине залегания от 1 м до 10 м. Форма пластообразная, протяженность от 0,1 км до 10 км. Ширина россыпей в среднем от 10 м до 100 м.	От 3-5 до 100	Формы воздействия на природную среду определяются технической культурой производства, нарушениями мерзлотных условий ландшафта, почвенно-растительного покрова, сбросами в водотоки.
Каменный и бурый уголь	Приурочены к отрицательным морфоструктурам, выраженным среднегорным рельефом или слабо расчлененным плато. Форма пластообразная, глубина залегания от 1 м до 10 м. Мощность пластов от 1 м до 10 м.	От 10-20 до 100	Формы воздействия на природную среду зависят кроме вышеперечисленных, от химического состава вмещающих пород и присутствия элементов-примесей, обладающих высокими токсичными свойствами (Pb, Bi, As, Cd, Hg) и тяжелых металлов (Cu, Zn, Pb, Ti, V и др.), технологии добычи (открытая, подземная) и обогащения (гравитационное, кучное выщелачивание и др.), способов утилизации подземных минеральных вод, складирования отходов производства (отвалы пустых пород) и др.
Рудное золото, олово (касситерит). Железные руды	Тяготеют к положительным морфоструктурам (плато, низко-, среднегорный рельеф), вершинным и водораздельным поверхностям. Формы рудных тел от простых до сложных, разной конфигурации. Глубина залегания от 1 м до 10 м, мощность рудных тел и жил от 1 м до 10 м.		
Коренные месторождения алмазов (кимберлитовые трубки)	Тяготеют к положительным морфоструктурам (плато, низко-, среднегорный рельеф), вершинным и водораздельным поверхностям. Формы трубок от простых до сложных, разной конфигурации. Площади сечения трубок от 10 м до 100 м ² . Глубина залегания от 10 м до 100 м.		
Углеводородные ресурсы	Приурочены к верхнепермскому, нижнетерриасовому и нижнеюрскому продуктивным комплексам в пределах Центрально-якутской равнины и к ведскому и венд-кембрийскому продуктивным комплексам в пределах Приленского плато	От 10-150 до 1000	Формы воздействия на природную среду определяются качеством обеспечения безаварийной эксплуатации промысла, эффективностью способов утилизации отходов производства.

недропользования в пределах российского сегмента криолитозоны ведут к деградации экосистем, подвергаемых к техногенному воздействию.

2. Территория Республики Саха (Якутия) среди других регионов России является уникальной по сочетанию неблагоприятных географических и геоэкологических факторов, что делает практически весь этот регион экстремальным по условиям хозяйственной и иной деятельности, проживания людей, поддержания здесь экологической устойчивости экосистемных комплексов. Выделены 5 ландшафтных областей и разработана картосхема районирования объектов недропользования Якутии

3. Основным объектом, воспринимающим суммарное антропогенное воздействие при недропользовании, является биологическая составляющая среды, т.е. растительный и животный мир трансформируемой территории.

В связи с этим, за основные экологические единицы, исследуемые в диссертационной работе, приняты экосистема и экосистемные комплексы, как природные объекты, подвергающиеся при недропользовании максимальному геотехногенному воздействию.

4. На основе изучения специфических природно-климатических, геологических и техногенных факторов недропользования в условиях криолитозоны, опыта районирования территории республики приведены геоэкологическая типизация экосистемных комплексов Якутии, преобразуемых при недропользовании и схема геоэкологической типизации видов минеральных ресурсов региона, позволяющие соотносить преобразование природных объектов под воздействием на них процессов и факторов недропользования, анализировать возникающие последствия.

ГЛАВА 2. ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ФОРМЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЭКОСИСТЕМЫ ПРИ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИИ В УСЛОВИЯХ КРИОЛИТОЗОНЫ

Как показано в главе 1, в северных регионах России, крупнейшим географо-геокриологическим фрагментом которой является территория Якутии, недропользование имеет достаточно длительную предысторию и в настоящее время приобрело ведущее хозяйственно-экономическое положение. При этом разработчики недр сталкиваются с весьма сложной, неоднородной и неустойчивой к техногенным воздействиям эколого-географической системой, что значительно усложняет методологические подходы к освоению недр.

2.1. Развиваемые при недропользовании процессы и их последствия

При любой хозяйственной деятельности человек всегда имеет дело с природной составляющей, которая является в свою очередь элементом сложного природного комплекса. Несмотря на длительный период горнопромышленной деятельности на Севере, геоэкологические основы недропользования нуждаются в дальнейшей теоретической и научно-методической разработке. Как отмечает В.Г. Исаченко (1980), несмотря на огромное количество работ, посвященных общим вопросам воздействия человека на природу, все еще недостаточно исследований, которые всесторонне характеризовали изменения природных комплексов в процессе недропользования, начиная от начальных стадий и заканчивая финальными посттехногенными изменениями.

Анализируя причины каких-то изменений природной среды или прогнозируя их, всегда приходится рассматривать не менее двух взаимосвязанных компонентов, образующих единую систему взаимодействия: природную основу системы и ее техногенное ядро, т.е. технологические, технические и инженерные средства, сооружения и комплексы, эксплуатация которых при-

водит или может привести к изменениям ландшафта (Толстихин, 1990).

Ю.А. Исаков с соавторами подчеркивают, что «особенно большого внимания с исследовательской и практической точек зрения заслуживают неустойчивые и не всегда благоприятные для человека антропогенные изменения экосистем. Научный прогноз играет в этом отношении первостепенную роль.... чрезвычайно динамичная картина изменений экосистем заставляет в первую очередь обратить внимание на определение некоторых общих закономерностей трансформации природных экосистем» (1980).

При этом необходимо иметь в виду, что «системность природных объектов требует рассмотрения каждой проблемы, как части более общей, каждого единичного фактора – во взаимодействии с другими факторами, так или иначе модифицирующими его свойства (Красилов, 1992).

Современное горное производство состоит из комплекса объектов, создаваемых человеком с целью извлечения из недр минерального сырья и подготовки его для использования в виде конечных продуктов (товарных руд, концентратов, металлов и др.) Совокупность всех этих объектов представляет горнопромышленный комплекс (ГПК) (Фадичев и др., 2012). Производная деятельность (недропользование) ГПК отличается наибольшей концентрацией мощнейшей буровой, добывающей, перерабатывающей и транспортной техники на сравнительно локальной территории в пределах горного отвода и транспортных коммуникаций.

Анализ работ по вопросам преобразования природных комплексов Севера при разработке различных месторождений полезных ископаемых автора настоящей работы в течение свыше 20 лет и И.Б. Арчеговой, Е.И. Бурцевой, Я.Л. Вольперта, Б.И. Груздева, Д.А. Додина, Е. А. Ельчанинова, М. Н. Замоща, В.В. Крючкова, С.И. Мироновой, И. М. Папернова, И.И. Поисеева, А.А. Пугачева, Н.Г. Соломонова, Д.Д. Саввинова, Г.Н. Саввинова, Е. А. Тихменева, А.А. Тишкова, А.В. Цыганкова, Е.Г. Шадринной, В.А. Шерстова, Ю.В. Шумилова, Б.С. Ягнышева, И.А. Якубович, В.Т. Ярмишко и др. показывает следующее. Большинство исследовательских работ направлены на решение

экологических проблем недропользования отдельных регионов страны. Например, по Мурманской области работы в основном касаются вопросов воздействия на природную среду таких промышленных гигантов как комбинат «Североникель», производственное объединение «Апатит», Оленегорский железорудный горнообогатительный комбинат, Кандалакшский алюминиевый завод и другие предприятия цветной и черной металлургии.

По северу Урала и Западной Сибири сотрудниками институтов Коми НЦ УрО РАН (работы И.Б. Арчевой с коллегами, А.А. Тишкова, Б.И. Груздева и др.), институтами СО РАН совместно со специалистами из других городов ведутся научно-исследовательские работы по различным направлениям изучения особенностей трансформации экосистем при разработке нефтяных и газовых залежей, месторождений цветных металлов, угля и т.д. Много внимания ученых обращается на снижение выбросов предприятий компании ОАО «ГМК «Норильский никель».

На Северо-Востоке России (Магаданская область, Чукотка и Камчатка) проблемы трансформации природных комплексов связаны с разработками золотосодержащих песков и руд, угольных пластов (М. Н. Замоща, Е. А. Тихмеева, И. М. Папернова, А.А. Пугачева, Ю.В. Шумилова и др.).

Проведенный нами анализ вышеприведенных работ и собственные исследования (Природно-техногенные..., 2006; Иванов, 2006; Иванов, 2007 и др.) показывает, что на каждом производственном цикле недропользования происходит воздействие на природную среду как непосредственно в зоне прямого контакта с элементами экосистем, так и далеко за пределами горного отвода. Трансформации подвергаются в различной степени все элементы природного комплекса, атмосферный воздух, недра, водная и наземная экосистема, биологические объекты. Так, например, в различных геоэкологических условиях Якутии нами было установлено:

По россыпным месторождениям олова в условиях Северной Якутии.

По результатам экспедиционных исследований 1991-92 годов (с участием автора в качестве начальника полевой экспедиции) научных учреждений Якут-

ского научного центра, Якутского государственного университета комплексные научно-исследовательские работы по изучению влияния горных работ по добыче олова на природную среду в условиях лесотундры было выявлено следующее (Иванов, Саввинов, Шерстов и др., 1993; Саввинов Д.Д. и др., 2000).

В этот период на территории с общей площадью 21 тыс. км² работало 6 оловодобывающих предприятий Депутатского горно-обогатительного комбината, которые разрабатывали 13 россыпных месторождений. При разработке россыпей с мощностью торфов от 5 до 20 м применяется открытый способ с использованием при вскрышных и добычных работах тяжелой бульдозерной техники. Технология добычи песков заключалась в послойном снятии оттаявшего в летнее время минерал содержащей части песка бульдозером параллельными заездами в траншеях с глубиной 0,2-0,4 м и ее подачи на промывочный прибор.

Объем перерабатываемой горной массы составлял свыше 20 млн м³, из которых более 13 млн м³ приходилось на бульдозерные и по 3 млн м³ на экскаваторные и гидравлические работы. Объем водопотребления при этом составлял 12 млн м³, а объем сточных вод – 8-10 млн м³.

В результате интенсивных горных работ по всей территории деятельности предприятий ГОКа произошли значительные нарушения состояния экосистем. Снятие почвенно-растительного покрова, проходка руслоотводных и сточных канав, вскрывающих месторождения траншей, сооружение полигонов и других горных выработок в условиях сильнольдистых грунтов и горных пород привело к различным проявлениям термоэрозии рельефа и формированию площадей со специфическим мелкохолмистым «лунным» ландшафтом.

Разрушение теплозащитного растительного покрова привело к окислению почвы, что в конечном итоге вызывает исчезновение на значительных площадях мха и лишайников.

На локальных площадях вблизи отвалов и участков работы и ремонта

техники происходит загрязнение почвы продуктами смыва с них (нефтепродукты, сульфиды, соли тяжелых металлов).

Особенно остро негативное воздействие оловодобычи сказалось на состоянии водных экосистем. Установлено, что ниже горных работ по поверхностным водотокам содержание взвешенных веществ, некоторых микроэлементов увеличивается на несколько порядков, а аномальное количество минеральных веществ наблюдается на расстоянии до 10-20 км от приисков в устьевых частях рек, дренирующих разрабатываемые месторождения. В результате загрязнения вод рек Индигирка, Хрома и их притоков произошли значительные негативные изменения в качественном и количественном показателях зоопланктона и зообентоса (Саввинов Д.Д. и др., 2000). Возникшее под влиянием загрязнения воды сокращение кормовой базы, нерестовых участков, ухудшение условий развития оплодотворенной икры, изменение газового режима водоемов стали причиной снижения численности рыбных ресурсов в реках.

При освоении кимберлитовых труб. В Якутии проведенные в течение ряда лет комплексные исследования по бассейну р. Виллой с участием ряда научных учреждений республики и России (Экология бассейна..., 1992; Саввинов, Тяптиргянов, Кривошапкин, Иванов и др., 1993; Саввинов, Кривошапкин, Копылов, Иванов и др. 1996 и др.) выявили следующее.

Исследованный регион площадью 376,6 тыс. км² обладает уникальными природными ресурсами (алмазы, природный газ, нефть, уголь, цеолиты, лесные и гидроэнергетические ресурсы и т.д.). Разработки алмазных месторождений начались начала 50-х годов прошлого столетия. Для обеспечения добывающих предприятий в Западной Якутии была построена Виллойская ГЭС с первым для криолитозоны крупным водохранилищем площадью зеркала в 2170 км². На долю региона в то время приходилось большая часть промышленной и 1/3 сельскохозяйственной продукции республики.

По происшествии сравнительно длительного периода (20 лет эксплуатации водохранилища, около 30 лет добычи алмазов) в регионе произошло

значительное антропогенное воздействие на водные и наземные экосистемы.

Установлено, что при создании водохранилища Вилюйской ГЭС затоплено без предварительной подготовки 145,5 тыс. га леса и кустарников, 2,3 тыс. га сельскохозяйственных угодий, 6,0 тыс. га болот и 42,2 тыс. га прочих земель (общая площадь затопления 1961 км²), что вызвало высокое загрязнение вод реки Вилюй фенолами (Экология бассейна..., 1992).

Регулирование стока оказали серьезное влияние на гидрологический, ледовый и температурный режим р. Вилюй. Зимние попуски огромных объемов воды с высокой температурой вызывают образование ниже плотины промоин длиной в десятки километров. Произошло смещение сроков ледостава (более поздний) и весеннего разрушения льда (более раннее).

Особо серьезные негативные изменения произошли в геохимическом составе вод р. Вилюй и ее притоков (р.р. Ирелях, Малая Ботуобуя, Далдын, Сытыкан, Марха).

Ухудшение экологических параметров среды обитания, снижение видового разнообразия кормовых объектов, сокращение нагульных площадей и биомассы кормовых организмов привело к сокращению ценных длинноцикловых лососевых и сиговых видов рыб в р. Вилюй.

Значительные изменения произошли и в почвенно-растительном покрове близлежащих к промышленным объектам территорий по долинам рек Ирелях, Малая Ботуобуя, Далдын, Сытыкан и др., где в почвенном покрове обнаружены максимальные концентрации тяжелых металлов, а естественная растительность заменена рудеральными видами. Рекультивация нарушенных земель проводится в ограниченных объемах в виде технической планировки поверхности.

Геохимическая нагрузка бассейна р. Вилюй отразилась на состоянии здоровья населения региона. Выявилась многократное превышение некоторых опасных для здоровья микроэлементов (алюминия, марганца, молибдена, никеля, хрома) в биологических средах человека (в крови и волосах), что вызвало заболевания, причиной которых является дисбаланс микроэлемент-

ного обмена (Саввинов, Тяптиргянов, Кривошапкин, Иванов и др., 1993). В дальнейшем более детальные медицинские исследования состояния здоровья населения Вилуйского региона Якутии подтвердили данные результаты и выявили, что большая степень нарушения в системе иммунитета выражена у жителей улусов, находящихся ближе к источникам экологического загрязнения или употребляющих воду после сброса в реки промышленных стоков (Петрова, 1996).

По Южной Якутии. Проводившимися нами с начала 2000 годов исследованиями влияния золота и угледобычи в Южной Якутии на состояние природной среды (Артамонова и др., 1999; Иванов, Горохов, 2000; Артамонова, Иванов, 2000; Миронова и др., 2001; Природно-техногенные..., 2006; Иванов, 2006; Иванов, 2007; Иванов, Назарова, 2007) установлены значительные площадные изменения в природном комплексе региона.

Многолетняя добыча золота и сопутствующая горнопромышленная и хозяйственная деятельность в пределах Центрально-Алданского района значительно преобразовали естественный ландшафт и почвенно-растительный покров, негативно отразились на состоянии водных экосистем данного региона (Природно-техногенные ..., 2006; Иванов, 2007; Миронова, Васильев, Иванов, 2008; Иванов, Руденко, 2008; Иванов, Миронова, Тарабукина, Шумилов, 2011; и др.). Наибольшие изменения произошли в долинах притоков р. Алдан, где с 20-х годов XX столетия интенсивно разрабатывались золото-содержащие россыпи, а в пределах Якокит-Селигдарского междуречья отрабатывается Куранахское рудное поле.

По угольным месторождениям. На территории Южной Якутии с 1975 г. разрабатывается открытым способом Нерюнгринское угольное месторождение с применением самой современной тяжелой землеройной, бульдозерной, транспортной, буровой техники. Исследованиями установлено изменение геохимических показателей в элементах водной и наземной экосистем, изменение видового состава растительности на значительном удалении от карьера, площади геохимического загрязнения и нарушений почвенно-

растительного покрова достигли сотни км² (Иванов, 2005; Иванов, 2007; Иванов, Назарова, 2007; Кудинова, Иванов, 2007; Тарабукина, Иванов, Кудинова, Макаров, 2009; и др.)

Таким образом, многочисленными исследованиями с участием автора установлено, что на территории Якутии при длительной разработке месторождений полезных ископаемых в разных географических зонах происходит закономерная трансформация исходных мерзлотных экосистем.

При этом под трансформацией (преобразованием) исходных мерзлотных экосистем и экосистемных комплексов в диссертации понимается совокупность изменений экологического состояния объектов недропользования, вызванных разработкой месторождений того или иного вида минерального сырья.

Интенсивность негативных проявлений и их формы характеризуются отличиями на локально-очаговом, долинно-речном и региональном уровнях. Минимальные размеры экосистем, преобразуемых недропользованием, могут составлять от нескольких тысяч квадратных метров до первых километров (отдельное урочище, склон или террасу речной долины, участок поймы и др.). Экосистемные комплексы, нарушаемые недропользованием или испытывающие косвенное дистанционное влияние этого вида хозяйственной деятельности, могут занимать пределы речного бассейна, обширного участка междуречья, морского побережья или шельфа, в пределах которых ведутся горные работы. При этом различные виды воздействия на окружающую среду наблюдаются далеко за пределами горных (земельных) отводов, что может привести к превращению локальной экологической проблемы в региональную, когда нарушение природных связей на небольшом локальном участке влечет за собой, подобно цепной реакции, изменение сложившегося веками природного равновесия на соседних территориях (Саввинов, Тяптиргянов, Кривошапкин, Иванов и др., 1993; Саввинов, Кривошапкин, Копылов, Иванов и др., 1996; Иванов и др., 2006; Иванов, 2007; Кудинова, Иванов, 2008; Иванов и др., 2011). Данное обстоятельство подтверждается и другими авторами (Мотори-

на, 1985; Потапов и др., 2005).

Анализ многообразия последствий воздействия недропользования на природные комплексы позволяет выделить следующие взаимосвязанные ряды (таблица 2.1).

Таблица 2.1

Развиваемые при недропользовании процессы и их последствия
(по Толстихину, 1990 с дополнениями автора)

Техно- ген- ный фактор	Природ- ные ком- плексы	Развиваемые при недропользовании процессы		Последствия развиваемых процессов
Недропользование (горное производство)	Недра	металлоген- ический	Изъятие из недр полез- ных компонентов	Потери ценного сырья за счет разубоживания, рас- сеивания на поверхности и потерь при технологи- ческих процессах
	Воздуш- ная среда	атмосфер- ные	Выбросы вредных ве- ществ	Ухудшение состава воз- духа, накопления вредных веществ в водных и наземных средах
	Водная среда	гидрогеоло- гический	Изменение режима и хи- мических свойств под- земных вод	Процессы осушения, под- топления, выщелачивания и т.п.
		гидрологи- ческий	Изменение режима реч- ного стока	Ухудшение качества по- верхностных вод, гидро- биологического состава и ихтиофауны
		гидрохими- ческий	Изменение химического и микроэлементного со- става поверхностных вод	
	Наземные экосисте- мы	геоморфоло- гический	Изменение рельефа	Образование техногенных поверхностей
		геокриоло- гический	Активизация мерзлотных процессов, изменение баланса эрозионно- аккумулятивных про- цессов	Солифлюкция, пучение, термоэрозия и др. послед- ствия, что ведет к вторич- ному преобразованию ре- льефа
		геохимиче- ский	Рассеивание или сброс химически активных ве- ществ	Изменение геохимическо- го баланса, образование геохимически чуждых полей
		геофизиче- ский	Изменение свойств гео- химических полей	Возникновение наведен- ных геофизических полей
		биологиче- ский	Изменения биологиче- ского разнообразия	Интегрирующие все ан- тропогенные факторы сукцессии биологической составляющей экосистем

На последствия развития техногенных процессов влияют как первичные природные условия, так и мощность, интенсивность, продолжительность, вид и характер самого техногенного воздействия. Например, рассеивание загрязнителей по воздуху будет зависеть от скорости ветра, температуры, влажности воздуха, атмосферного давления, места расположения источника выбросов (на высоте, низменности, в окружении леса или зданий, сооружений) и других показателей природной составляющей, а также от высоты самого источника выбросов, дисперсного состава и количества выбрасываемых компонентов, интенсивности работы источника, его вида (передвижной или стационарный, единичный или групповой, точечный или линейный) и т.д.

Каждый процесс вызывает определенную группу последствий и при этом с течением времени при незатухающем техногенном воздействии цепочка процессов может увеличиться, что приводит к значительной трансформации природной (особенно биотической) составляющей природно-техногенных комплексов.

Необходимо отметить, что горное производство сложный процесс, состоящий из множества технологичных операций, при выполнении которых происходит то или иное воздействие на природную среду. Применяемые при недропользовании в настоящее время техника и технологии не дают возможности добывать полезное ископаемое из недр без ущерба окружающей среде. Проблема состоит в минимизации уровня воздействия каждого процесса в отдельности с тем, чтобы суммарный экологический ущерб при использовании той или иной технологии на окружающую среду был технологически и экономически оправданным.

Приведенные выше материалы позволяют нам ставить задачей, решаемой в процессе исследований в рамках диссертации, характеристику и оценку трех основных групп геоэкологических факторов, сопряженное взаимодействие которых определяет динамику и степень преобразования экосистем.

С учетом вышеизложенного, в концептуальном виде трансформацию (преобразование) (*P*) экосистем в процессе недропользования можно считать

функцией (f) географических (G_1), геологических (G_2) и технологических (T) факторов, характеризующих данный вид недропользования:

$$P \approx f(G_1, G_2, T)$$

Естественные (географические) факторы, куда входят природно-климатические и прочие условия характеризуют природную обстановку данного района недропользования.

Геологические и горно-технические факторы отражают свойства, специфические характеристики и условия залегания добываемого полезного ископаемого.

Технологические факторы обусловлены применяемой для добычи минерального сырья технологией и техникой.

2.2. Географические и геокриологические факторы

Основными географическими и геозекологическими факторами, отрицательно (значительно реже – положительно) влияющими на преобразование экосистем криолитозоны (КЛЗ) являются широтно-климатические (отчасти высотно-поясные) положения и геокриологические (мерзлотные) условия ландшафтов, где залегают месторождения.

Общеизвестно, что экстремальные климатические условия Якутии, которые обусловлены сочетанием географического расположения территории относительно океанов, рельефом и атмосферной циркуляции, имеют определяющее влияние на состояние всех основных компонентов природных комплексов, атмосферного воздуха, водной среды, на интенсивное промерзание верхних горизонтов литосферы, что отражается на развитии почвенно-растительного покрова региона (Гаврилова, 1978; 1981; 1993; Федоров, 1991 и др.). Во многих исследованиях природной среды Якутии подчеркивается ее экстремальность по условиям жизнедеятельности человека, которая в первую очередь связана с влиянием на все виды природопользования в регионе климатических и криогенных факторов.

В географии и смежных науках экстремальность, прежде всего, связывают с территориями или местностями, для которых постоянно характерно неблагоприятное воздействие окружающей среды на организм человека. Это экстремальное воздействие определяется ведущим фактором или сочетанием нескольких факторов. Подобные экстремальные зоны делятся по степени воздействия на абсолютные и относительные, естественные и антропогенные (Липец, 1991). В данной работе регион Крайнего Севера, высокогорья и пустыни отнесены к естественным экстремальным зонам, а Антарктида, где крайне суровый климат соединяется с условиями высокогорья, выделяется как суперэкстремальная зона.

Антропогенные экстремальные зоны – результат необдуманной деятельности человека. Самые характерные примеры – зона влияния Чернобыля, бассейны крупных внутренних водоемов (Арал и др.).

По отношению к естественным экстремальным зонам можно выделить климатические и сопряженные с ними показатели температурного режима, влагообеспеченности, атмосферного давления, рельефа и др. (Липец, 1991).

В работе (Машбиц, 1991) отмечается, что в зарубежной географической литературе усиливается внимание к проблеме экстремальности, выявлению ее зональных и макрорегиональных проявлений и параметров. Выделяются два вида экстремальности – «изначальная» (т.е. обусловленная природно-геофизическими процессами и механизмами) и «приобретенная» (т.е. антропогенная и техногенная). Специально подчеркивается возрастающее значение последней и что во многих районах нового ресурсного освоения экосистемы и вся природная среда подошли к порогу необратимости.

Климатический фактор. Огромная роль климата на формирование географических зон установлено еще в конце XIX века В.В. Докучаевым и А.И. Воейковым, которые по мнению Ю.Н. Куражковского (1969) «обосновали принципы ведения любых отраслей хозяйства, связанных с использованием природы, и показали, что они должны иметь строго зональный характер, так как это важнейшее условие их рентабельности». Каждому типу климата в области его

господства всегда сопутствует определенный комплекс природных процессов и явлений. Климатические условия определяют наиболее общие черты границ распространения по земле биологических явлений (Куражковский, 1969).

Климатические условия Якутии даже по сравнению с другими северными территориями отличаются суровостью, экстремальностью для природопользования. По мнению большинства специалистов, занимавшихся изучением климата региона, его особенности обусловлены сочетанием географического расположения территории относительно океанов, рельефом и атмосферной циркуляции. Над большей частью территории Якутии зимой господствует отрог Сибирского антициклона, устанавливающий морозную сухую погоду на длительное время с частыми вторжениями холодных воздушных масс с Арктики. Общий западный перенос воздуха мешает существенному влиянию Тихого океана на климат большей части региона, но и западные циклоны достигают обширную территорию республики лишенными энергии.

Развитие мерзлотных ландшафтов связано с интенсивным промерзанием верхних горизонтов литосферы, которое происходит в результате сложного сплетения комплекса климатических характеристик – радиационного баланса, температуры и влажности воздуха, осадков и т.д. (Федоров, 1991). В распределении последних существенную роль играют общие закономерности пространственной дифференциации – широтная зональность, долготная секторность и высотная поясность.

Анализ закономерностей распределения сумм отрицательных температур, средней температуры самого холодного месяца и средней годовой температуры воздуха в зоне криолитозоны позволил М.К. Гавриловой установить четкую контрастность условий развития сплошного, прерывистого и островного распространения многолетнемерзлых пород (ММП) (таблица 2.2.) и определить влияние климата на развитие мерзлотных ландшафтов от глобальных (планетарных и макроклиматических) до наноклиматических, почвенно-грунтовых масштабов (Гаврилова, 1981). В Западной Якутии в формировании климатических условий южной части алмазной провинции, как отмечают

Таблица 2.2.

Основные температурные показатели атмосферного воздуха в криолитозоне
(по данным М.К. Гавриловой, 1981)

Характер распространения ММП	Сумма отрицательных температур, °С			Средние температуры самого холодного месяца, °С		Средняя годовая температура воздуха, °С			
	СССР	Канада (запад)	Аляска (восток)	СССР	Северная Америка	Европейская часть СССР	Западная Сибирь	Восточная Сибирь	Горные районы
Сплошной	-4500 ... -7000	-4000...-7000	-4000...-7000	-35...-40	-30...-35	-5...-6	-6...-8	-8...-9	-7...-8
Прерывистый	-3500...-4500	-3000...-4000	-2000...-4000	-25...-30	-20...-25	-3...-4	-4,5...-6,5	-6...-7	-4...-5
Островной	-2800...-3500 (для европейской части СССР -1500...-2500)	-2500...-3000	-1500...-2000	-20...-25	-10...-20	-1...-3	-2...-5	-3	

авторы работы (Климовский, Готовцев, 1994), играет Вилуйское водохранилище. Изменение микроклимата выражается в повышении температуры воздуха в среднем на 2°C непосредственно в зоне водохранилища. Расчеты показывают, что суммарный тепловой поток в атмосферу при охлаждении водохранилища в среднем за 20 лет составило примерно $99,4 \times 10^9$ кВт.ч/год (Экология ..., 1992). Изменение микроклимата способствует заметному увеличению глубины сезонного протаивания в прибрежной зоне водохранилища.

В районе водохранилища отмечаются самые большие для Якутии значения толщины снежного покрова, которая в последние годы выросла в 2 раза (Климовский, Готовцев, 1994).

Приведенные природно-географические особенности криолитозоны оказывают огромное влияние на состояние экосистем Севера, на их чувствительность и устойчивость к техногенному воздействию, на способность к самовосстановлению.

Воздухообмен. Для северных территорий характерны особые условия воздухообмена, которые выражены как частые штилевые явления в зимний период, преобладание малых скоростей ветров, высокая повторяемость приземных и приподнятых инверсий воздуха, вертикальная температурная стратификация, туманы. По сочетанию этих неблагоприятных метеорологических условий большая часть территории Якутии относится к районам высокого и очень высокого потенциала загрязнения атмосферного воздуха (Экогеохимия ..., 1993). Аналогичный вывод приводит и В.В. Крючков, который отмечает, что на Севере из-за климатических особенностей среды часто возникают туманы, кислотность которых в 100 раз выше кислотности дождей. При загрязнении воздуха промышленными выбросами туман может ускорить образование удушливого смога. Только в тундре и в некоторой части лесотундры господствуют ветры, превышающие 4-5 м/с. Таежные и значительная часть лесотундровых экосистем в Восточной и Центральной Сибири обладают очень низкой способностью к обновлению и очищению атмосферы. Якутию автор относит к территории с антициклональным климатом с нулевой способностью к самоочищению атмо-

сферы при среднегодовой скорости ветра менее 3 м/с, повторяемости штилей 50-70% и сумме осадков менее 350 мм. (Крючков, 1987). Таким образом, приведенные особенности воздухообмена на территории Якутии снижают способность рассеивания атмосферным воздухом примесей и способствуют его загрязнению даже при сравнительно небольших объемах выбросов вредных веществ различными источниками (автотранспорт, горная и строительная техника, отопительные системы, промышленные предприятия и сооружения, буровзрывные работы и т.д.).

Данное обстоятельство требует применения в практике недропользования в Якутии специально разработанных с учетом климатических условий региона мероприятий по снижению запыленности воздуха при горных работах.

Многолетняя мерзлота оказывает существенное влияние на ландшафты и их экологическое состояние и во многом определяется характером проявления криогенных процессов – термокарста, солифлюкции, мерзлотного пучения и т.д. Функционирование ландшафтов зависит от состояния и свойств многолетнемерзлых пород (ММП) – льдистости отложений, температуры горных пород, мощности сезонно-талого и защитного слоев (Гаврилова, Федоров, Варламов и др., -1996).

Характер строения мерзлых пород и их мощность зависят от особенностей геологического строения и климата (Катасонов, Иванов, 1973). Мерзлота подавляет или поддерживает почвообразовательные процессы, ограничивая кругооборот влаги деятельным слоем, и препятствует образованию грунтовых вод. Мерзлые породы, залегая близко к поверхности и являясь водонепроницаемым экраном, задерживают нисходящие почвенные растворы и способствуют накоплению в деятельном слое карбонатов щелочных металлов, развитию почв солонцового ряда под лесной растительностью (Еловская, 1987). Низкие зимние температуры при малой мощности снежного покрова способствуют промерзанию почвы, а короткое теплое время года исключает оттаивание почв на большую глубину и служит хорошим аккумулятором влаги.

Экосистемы ландшафтов Якутии весьма разнообразны и неравноценны в различных географических зонах по способностям к самовосстановлению, но в общем виде принято считать, что их хрупкость возрастает к северу и востоку. (Волкова, Давыдова, 1987).

Техногенные нарушения поверхности вызывают резкое ускорение криогенных процессов (Браун, Граве, 1981), которые после бурной фазы развития в первые 2-3 года после нарушения, существенно изменив поверхность, постепенно замедляются и лет через 10 затухают, создавая новый ландшафт, наледи. Непосредственной причиной усиления или ослабления криогенных процессов является изменение теплового баланса на дневной поверхности. Интенсивность техногенных нарушений теплового баланса почв и грунтов в количественном отношении на несколько порядков больше, чем при естественных его изменениях (Мельников и др., 1977).

Проведенный нами анализ результатов исследований (Алексеев, Усов, 1964; Браун, Граве, 1981; Втюрин, 1980; Граве, 1980; Суходровский, 1980 и др.), в общем, подтверждает выдвинутый Н.И. Маккавеевым (1955) «принцип факторной относительности», согласно которому, применительно к рассматриваемой нами проблеме, в зависимости от характера освоения территории и техногенного воздействия, ландшафтных особенностей криогенных экосистем одинаковое нарушение поверхности в одних условиях вызывает повышение температуры многолетнемерзлых пород и проявление или усиление термокарста, термоэрозии и солюфлюкции, а в других – понижение температуры пород и проявления процессов пучения, морозобойного трещинообразования, наледей.

Водная среда Севера (поверхностные воды) находится под постоянным влиянием климатических и геофизиологических условий региона, которые отражаются, прежде всего, на снижении температуры воды, содержания кислорода в ней и на ее минерализацию. Все эти показатели заметно ниже по сравнению с поверхностными водами более южных регионов. Все водоемы Якутии в течение 7-8 месяцев находятся подо льдом, при этом происходит качественное сни-

жение основных свойств, способствующих самоочищению воды (повышение содержания гуминовых веществ, соединений железа и марганца, снижение содержания кислорода, pH). Температурная стратификация в летний период не способствует перемешиванию и очищению воды в глубоких водоемах в летнее время. Приведенные особенности водоемов и водотоков Севера негативно отражаются на загрязнении их вод взвешенными веществами, различными микроэлементами и на ухудшение химических свойств даже при незначительных изменениях естественных условий и техногенных воздействий.

Мерзлотные почвы образовались в результате сложных геолого-тектонических и климато-геоморфологических процессов в позднем плейстоцене и голоцене и обладают рядом особенностей, которые влияют на развитие всех основных экосистем криолитозоны.

Особое значение тепла и влаги отмечает в своих работах по гидротермическому режиму почв проф. Д.Д. Саввинов, который приводит, что «при нынешнем интенсивном освоении территории мерзлотных областей самые существенные изменения происходят, прежде всего, в гидротермическом режиме почвогрунтов, которые, в свою очередь, зеркально отражаются в соответствующих изменениях растительного покрова» (Саввинов, 1976, с. 4).

В первую очередь специалистами отмечается знакопеременная динамика сезонно-талого слоя (СТС) почвы в зависимости от сезонного изменения климатических условий (Еловская, 1987). В зимнее время происходит промерзание и смыкание СТС с подстилающими почвенный покров многолетнемерзлыми горными породами, с наступлением летнего сезона процесс развивается в обратном направлении.

Например, в Якутии, как на любой территории повсеместного распространения многолетнемерзлых пород, формирование гидротермического режима почв происходит в результате сложного взаимодействия процессов тепло - и влагообмена в системе атмосфера – растение – почва – мерзлые грунты. Сложное сочетание климата с близко залегающими к деятельной поверхности многолетнемерзлыми породами определяет формирование свое-

образного почвенного климата (Саввинов, 1976). Близкозалегающие многолетнемерзлые горные породы действуют как постоянный водоупор и ограничивают миграцию влаги в пределах сезоннопротаивающей толщи (Саввинов, 1976). По этой же причине снижается глубина проникновения активных температур в почву и средняя годовая температура почвы в Якутии на глубине 20 см, как правило, всегда отрицательна, тогда как вне зоны многолетней мерзлоты почва на этой глубине имеет устойчивую положительную температуру. При этом на характер формирования температурного режима мерзлотных почв значительное влияние, чем в других зонах, оказывают рельеф, тип почвенного покрова и состав растительности (Саввинов, 1971).

Другой важной особенностью почв Якутии является малая мощность профиля, которая, как правило, не превышает 100-120 см. (Саввинов, 1986).

В области широкого распространения многолетнемерзлых пород в зимние месяцы в мерзлотных почвах почвенная влага консервируется и практически выходит из общего водного круговорота, а в весенний период существенного промачивания почвенного профиля, как в почвах других зон, не происходит (Саввинов, 1971).

Данные особенности мерзлотных почв способствуют слабому дренажу и развитию термогидрогеохимического барьера, когда поступающие в почву загрязнители не разбавляются, а наоборот происходит процесс их накопления и переход их в нерастворимое состояние, что вызывает в свою очередь повышение минерализации почвенных вод.

Ежегодное промерзание, сравнительно низкие температуры вызывают недостаток кислорода, очень слабую биохимическую и пониженную химическую активность почв криолитозы.

В Якутии основная масса корневой системы диких и культурных растений размещена в верхнем полуметровом слое почвы, из которого происходит и основной расход влаги (Саввинов, 1971).

Р.В. Десяткин приводит пример того, что почвы таежно-аласных экосистем в 2-3 раза беднее микроорганизмами, чем лесостепные и степные

почвы. Численность дождевых червей во внемерзлотных зонах в среднем составляет 7,5 млн. особей на гектар, а на сенокосах и пастбищах до 12 млн./га, тогда как в почвах Лено-Алданского междуречья на влажных местообитаниях их количество достигает только 0,01-0,02 млн./га (Десяткин, 1996). Совершенно низкое содержание почвенной микрофауны и микрофлоры в северных почвах отмечается В.В. Крючковым (1987).

Таким образом, в условиях криолитозоны почвы фактически теряют свое свойство «обеззараживающего фильтра» и обнаруживают вообще краткий период «жизни» в течение года (Герасимов, 1979).

Низкие температуры, особенности кислотного и водного режимов северных почв значительно снижают их микробиологическую активность и количество доступных растениям биогенных элементов, что в определенных условиях может лимитировать продуктивность экосистем. Почвообразование и накопление органики в условиях Севера идут по сравнению с другими регионами очень медленно. Поэтому сохранение верхнего слоя почвы является непременным условием поддержания функциональных свойств экосистем Севера (Большаков, Данилов, 1979).

В работе (Посттехногенные..., 2002) экосистема (биогеоценоз) рассматривается как целостное образование, пространственная устойчивость которой определяется взаимообусловленным функционированием составляющих ее структур – растительного сообщества (системообразующая структура), биоты, трансформирующей растительный материал, и почвы (продуктивный слой), вмещающей живые компоненты биоты, их отмершие части, продукты трансформации и замыкающий на себе биологический круговорот веществ – главный механизм, поддерживающий воспроизводство биогеоценоза (БГЦ). С рассматриваемых позиций авторов разрушение (или разной степени нарушения) растительного покрова неизбежно ведет к разрушению (или изменению) всего БГЦ, равно как восстановление растительности (с той или иной мерой разнообразия) ведет к восстановлению экосистемы в целом.

В экстремально-пороговых условиях Севера любое дополнительное, и,

прежде всего негативное антропогенное воздействие разрушает один или все компоненты биоты, что ведет к нарушению или разрушению всей экосистемы (Крючков, 1987). Влияние изменения качества одного из компонентов экосистемы на общий массоэнергообмен в системе, в результате которого нарушается квазистационарное состояние последней, подчеркивается в работе (Толстихин, Трофимцев, 1998).

Растительное сообщество является системообразующей структурой всего биогеоценоза (БГЦ) или экосистемы. Приспосабливаясь к конкретным условиям климата, литолого-геоморфологическому характеру местности, именно растительное сообщество формирует практически адекватную своим потребностям субстратную среду обитания, достигая устойчивого динамического равновесия посредством механизма биологического круговорота растительного материала, поступающего в субстрат (Арчегова, 1993).

Огромную роль фитоценоза в аккумуляции солнечной энергии и передаче ее другим, лишенным способности самостоятельно фиксировать энергию, компонентам экосистемы подчеркивают Б.М. Миркин и Г.С. Розенберг (1978), называя фитоценоз солнечным комбинатом. Анализируя сложности пищевой цепи, данные авторы приходят к выводу, что число трофических цепей в экосистеме не превышает 4-5. Причем в экстремальных условиях (Арктика, пустыня) количество звеньев этих цепей всегда меньше и это в свою очередь определяет меньшую устойчивость экосистем тундры или пустыни к воздействиям внешних факторов среды или человека.

Нарушение функций экосистем Севера, неспособность самоочиститься даже от малых доз загрязняющих веществ В.В. Крючков (1987) объясняет низкой биологической продуктивностью, когда ежегодный прирост фитомассы и ее общие запасы на единицу площади на Севере в 5-15 раз меньше, чем в южных зонах (тайге, лесостепи, степи). Тоже самое относится и к почвенной микрофауне и микрофлоре. Чем больше растений, организмов и органического вещества, прежде всего гумуса, в фитоценозах и почвах, тем выше защитные свойства экосистем, тем устойчивее они к загрязнению, т.е. количество

органического вещества, поступающего в круговорот, прямо пропорционально активизации размножения микроорганизмов, утилизирующих загрязнители и способствующих самоочищению экосистемы. Грубо и малогумусные почвы обладают слабыми защитными свойствами (Крючков, 1987)

Растительность мерзлотных областей более чувствительна к загрязнению, что объясняется действием низких температур корнеобитаемого слоя, достаточно суровыми условиями питания растений и еще тем, что на Севере проходят границы распространения деревьев, кустарников, кустарничков, многих травянистых и других растений. Самые чувствительные – кустистые лишайники (т.е. основной корм оленей). Древесные породы по убыванию чувствительности образуют такой ряд: ель, сосна, пихта, лиственница, ольха, ива, береза (Герасимов, 1979).

В.В. Крючковым (1987) приводятся данные, показывающие, что многие виды растительности Севера отличаются особой чувствительностью к загрязнению воздуха различными веществами. Им установлен ряд растений – от наиболее чувствительных к загрязнению воздуха к менее чувствительным, который можно привести в виде таблицы 2.3. Только лиственница и некоторые лиственные деревья могут существовать в течение 2-3 десятилетий при качестве воздуха на уровне санитарных норм (Крючков, 1991).

В работе (Баландин и др., 1989) анализируются типичные воздействия на природную среду разработок полезных ископаемых в зоне Арктики, где подчеркивается, что главным условием, определяющим экологический потенциал экосистем, их устойчивость к техногенным воздействиям и способность к самовосстановлению является криолитозона. Особое строение, тепловой режим и динамика криогенных процессов в пределах мерзлого субстрата задают параметры развития арктических биоценозов.

Таким образом, основные составляющие элементы экосистем Якутии имеют свои особенности, которые связаны с повсеместным распространением многолетнемерзлых пород с различной мощностью (от сантиметров до сотен метров), экстремальными климатическими условиями, обусловленными гео-

графическими факторами территории.

Таблица 2.3

Чувствительность растений к загрязнению воздуха (по Крючкову, 1987).

Название растений	Многолетние предельно допустимые концентрации некоторых веществ в атмосферном воздухе для данных видов растительности, мг/м ³			
	SO ₂	HF	NI ₂ O ₃	пыль
Эпифитные кустистые лишайники родов <i>Usnea</i> , <i>Alectoria</i> , <i>Bryopogon</i>	<0,005	<0,001	<0,0002	<0,01
Эпифетные листовые лишайники родов <i>Hypogymnia</i> , <i>Parmelia</i> , <i>Parmeliopsis</i> ; мхи рода <i>Sphagnum</i>	0,005 – 0,09	0,001 – 0,003	0,0002 – 0,0009	0,01 – 0,02*
Мхи родов <i>Dicranum</i> , <i>Polytrichum</i> , <i>Pohlia</i> , <i>Hylocomium</i> , <i>Pleurozium</i> ; напочвенные кустистые лишайники родов <i>Cetraria</i> , <i>Cladonia</i> , <i>Stereocaulon</i> и др. ; все виды накипных лишайников на деревьях и камнях; хвойные деревья и кустарники родов ель (<i>Picea</i>), сосна (<i>Pinus</i>)	0. 009 – 0. 02	0. 003 – 0. 004	0. 0009	0. 02 – 0. 03
Лиственница (<i>Larix</i>), можжевельник (<i>Juniperus</i>)	0,02	0,004	0,0009	0,03
Лиственные деревья и кустарники родов (<i>Betula</i> , <i>Sorbus</i> , в частности <i>B. pubescens</i> , <i>B. tortuosa</i> , <i>B. Nana</i>)	0,05 – 0,07	0,005 – 0,007	0,001 – 0,002	0,05 – 0,08
Кустарниковые ивы <i>Salix glauca</i> , <i>S. Herbacea</i> , <i>S. lapponum</i> и др. ; кустарники родов осина (<i>Populus</i>), ольха (<i>Alnus</i>); ягодные кустарнички (брусника, голубика, черника); травянистые растения, в частности <i>Leymus arenarius</i>	0,07 – 0,1	0,007 – 0,01	0,002 – 0,004	0,08 – 0,1
Санитарные предельно-допустимые концентрации (ПДК) данных веществ	0,05	0,005	0,001	0,05

* — Примерно такие же пороговые значения для сернистого газа (SO₂) и фтористого водорода (HF) названы в работе Р. Гудериана (1979)

Льдистость пород. Функционирование ландшафтов зависит от состояния свойств многолетнемерзлых пород (ММП) – льдистости отложений, температуры горных пород, мощности сезонно-талого и защитного слоев (Гаврилова, Федоров, Варламов и др., 1996), которые в свою очередь определяются закономерным распределением суммы отрицательных температур, средней температуры самого холодного месяца и средней годовой температуры воздуха, чем

обуславливается и образование в криолитозоне областей сплошного (территории Северной и Центральной Якутии), прерывистого и островного распространения (Южная Якутия) ММП. Естественными особенностями многолетнемерзлых пород, которые во многом влияют на степень воздействия горных работ на преобразование ландшафтов, являются их отрицательная температура и наличие цементирующей замерзшей воды, которые содержатся в породах в виде микроскопических частиц или могут быть представлены массивами повторно-жильных льдов (ПЖЛ). Данные особенности ММП наиболее ярко проявляются на россыпных месторождениях, расположенных в тундровой зоне и лесотундровой полосе, где мощность ПЖЛ местами может достигать десятков метров.

В Яно-Индигирской приморской низменности выделяется особый тип лессово-ледовой формации – «едомный комплекс с крайне гипертрофированными жильными льдами, с содержанием льда до 80-90%» и с отсутствием в них двухярусности криогенного строения (Кириллин, 2011). В условиях северной тайги ПЖЛ в основном приурочены к морозобойным трещинам и имеют формы жил мощностью до 4-5 м с протяженностью до 35 м. Б.И. Втюриным (1980) предлагается инженерно-геокриологическая классификация ММП Якутии по степени деформируемости при протаивании, в зависимости от криогенного строения и льдистости (таблица 2.4).

Наиболее сложная ситуация для развития недропользования по данной классификации наблюдается в северных районах республики в тундровой зоне, где вид криогенного строения становится сложным из-за наличия крупных залежей ПЖЛ. Данные материалы почти совпадают с классификацией Н.А. Граве по степени чувствительности поверхности к техногенным воздействиям (1979).

Таблица 2.4

Классификация ММП Якутии по Б.И. Втюрину (1980) с добавлениями автора

Класс по деформируемости при протаивании	Эвидентная льдистость, % (общая/макро-льдистость)	Ландшафтно-геоморфологические типы экосистемных комплексов (ЭСК)	Состав пород	Возможные криогенные процессы	Инженерно-геокриологические рекомендации
недеформирующиеся	0,0 / 0,0	ЭСК плакорных поверхностей и пологих склонов	Рыхлые отложения любого состава	Без осадка	Практически возможно освоение территории без учета мерзлого состояния пород
			Пески и более грубозернистые породы без пылеватых и глинистых частиц		
	От 0 до полного заполнения трещин льдом		Скальные, слаботрещиноватые		
слабodeформирующиеся	<20 / <1	ЭСК горных склонов	Тонко- и грубозернистые с примесью пылеватых и глинистых частиц, их переслаивание	Преимущественно равномерная осадка	Учет ММП при освоении территории обязателен
среднедеформирующиеся	20-40 / <1			Неравномерная осадка – термокарст, термоэрозия, термоабразия, солифлюкция, оползание, сплывы	Рекомендуется вести освоение территории преимущественно с сохранением мерзлого состояния пород
	20-40 / 1-20	ЭСК пойменно-русловых уровней; Холмисто-увалистые ЭСК			
Сильнодеформирующиеся	>40 / >20	Таежно-аласные ЭСК; ЭСК тундровых низменностей	Преимущественно тонкозернистые, пылеватые	Резко неравномерная осадка - термокарст, термоэрозия, термоабразия, солифлюкция, оползание, сплывы	Сохранение мерзлого состояния пород обязательно

В условиях сильнольдистых мелкодиспергированных почв (суглинки, супеси) удаление напочвенного покрова приводит к интенсификации процессов сезонного протаивания, вытаивания льдов, образованию скоплений воды, опусканию земной поверхности (Павлов, 1980). При удалении напочвенного покрова с подстилаемых песчаными и крупноскелетными породами участков происходит прогрессивное оттаивание ММП сверху.

По наблюдениям Б.А. Оловина (1984) температура многолетнемерзлых пород в зависимости от местных факторов уменьшается в такой последовательности: наличие или отсутствие растительного покрова, экспозиция склонов, абсолютная отметка поверхности, наличие крутых склонов, угол наклона поверхности. И.В. Климовский и С.П. Готовцев (1994) отмечают, что многолетнемерзлые четвертичные отложения, сформировавшиеся в конкретных фациально-генетических условиях, распространены в пределах не только генетически однородных типов рельефа, но и на морфологически одинаковых элементах определенного типа, и на породах одной литогенной основы. На основе данных принципов ими выделены криолитологические комплексы (таблица 2.5), которые наглядно демонстрируют пестроту криогенеза.

Авторы данной работы справедливо утверждают, что льдистость – один из важных показателей, который следует учитывать при проведении геолого-разведочных работ, особенно на опробование перспективных россыпных месторождений. Содержание льда, по мнению И.В. Климовского и С.П. Готовцева не учитывается при определении валовых проб при геолого-разведочных работах. Нам остается добавить, что льдистость ММП, равно как и температура мерзлых пород должны учитываться при всех стадиях развития недропользования в зоне распространения мерзлоты.

Таблица 2.5

Криолитологические комплексы (Климовский, Готовцев, 1994 с добавлением автора)

Морфогенетическая основа					ЭСК	Криогенная основа		Литогенная основа			
Элемент рельефа	Тип рельефо-образующего процесса	Морфометрические показатели		Характер поверхности		Ведущие криогенные процессы	Криогенные образования	Интрузивная (трапповая)		Осадочная	
		K _p	Крутизна, град.					Криолитологические комплексы			
Водораздел и днище долин	аккумуляция	0 - 1	До 2	горизонтальная	ЭСК пойменно-русловых уровней	морозобойное трещинообразование	пучение	Полигональный рельеф с грунтовыми и ледяными жилами, торфяные бугры пучения, пятна-медальоны, наледи	1 - трапповых водораздельных плато	2 - структурно-денудационных плато	3 – днищ реликтовых депрессий
									Приречных аллювиальных равнин		
Склон	Склоновая криогенная денудация	1 - 4	2 - 10	наклонная	Плакоры и холмистые ЭСК	морозобойное трещинообразование	солифлюкция	Солифлюкционные образования, полигональный микрорельеф	5 - делювиально-десерпционных склонов	6 – склонов делювиального линейного смыва	11 – песчаных массивов
		4 - 8	10 - 15	пологая				Делли	7 - делювиально-солифлюкционных склонов	8 – склонов поверхностного линейного смыва	
	Склонов гравитационных денутаций	>8	15	крутая	ЭСК горных склонов	Криогенный крипп, курумобразование	Курумы, оползни, сплывы, грунтовые жилы	9 – крутых склонов подповерхностного смыва	10 – крутых склонов поверхностного смыва		

Необходимо отметить, что природно территориальный комплекс (ПТК) в зависимости от стадии своего развития может по разному реагировать на внешние воздействия, что определяется его криоэкологическим потенциалом, который приводит к развитию необратимых процессов или их затуханию (Гаврилова и др., 1996). За показатели криоэкологического потенциала при этом приняты температура горных пород или почвогрунтов и глубина сезонного протаивания. Глубина сезонного протаивания является одним из основных факторов для оценки тепловой устойчивости земель.

Просадка поверхности происходит при условии:

$$h_{от} > h_{л}$$

где: $h_{от}$ – глубина оттаивания; $h_{л}$ – глубина залегания ПЖЛ

Глубина сезонного протаивания зависит от многих природных условий, таких как рельеф, растительного и напочвенного покрова, характера поверхности (равнина, склон, приподнятость), экспозиции уклона, его крутизны, количества атмосферных осадков, температуры воздуха и т.д. Значительное воздействие на величину оттайки вносит антропогенный фактор (снятие растительного и напочвенного покрова, пожар, вырубка леса и раскорчевка участка).

Процессы техногенных термокарстовых просадок, оврагообразования, морозного пучения грунтов, наледообразования, таликовых зон в зоне многолетнемерзлых пород, которые наблюдались многими исследователями (Алексеев, Усов, 1963; Косов, Константинова, 1969; Пармузин, Суходольский, 1980; Суходровский, 1980; Охрана..., 1980; Браун, Граве, 1981; Замощ, Папернов, 1987; Гарагуля и др., 1997 и др.), усиливают геоэкологические последствия техногенного воздействия на природные комплексы Севера.

Данные процессы различаются основными причинами их возникновения. Термокарст, термоэрозия и солифлюкция в основном возникают при повышении температуры мерзлых горных пород, а пучение, морозобойное трещинообразование, наледи появляются при понижении температуры пород.

Образование просадочных, провальных форм рельефа (термокарст) в результате вытаивания подземных льдов или оттаивания мерзлого грунта является одним из наиболее часто встречающихся процессов при ведении строительства инженерных, промышленных объектов и сооружений, в т.ч. и различных горных выработок.

В зонах распространения ПЖЛ или сильнольдистых пород при проходке траншей, руслоотводных каналов, карьеров и т.д. линейный рост термоэрозионных образований (оврагов) достигает до 50-100 м/год (Григорьев, Зобачев, 1991).

В районах деятельности горных предприятий, особенно в условиях северных тундр, одним из распространенных нарушений почвенно-растительного покрова является проезд гусеничным транспортом, которые зачастую вызывают активное развитие термоэрозии. При этом величина протайки под колесом в конце года превышает мощность сезонно талого слоя в естественных условиях в 1,5-2 раза и в некоторых случаях попятная термоэрозия по жильным льдам развивается с огромной скоростью до 1-2 м в сутки год (Григорьев, Зобачев, 1991).

При развитии процессов, связанных с нарушениями почвенного покрова, грунтов в результате температурного градиента, происходит поступление мелкодиспергированных продуктов разрушения в поверхностные водотоки, вызывая их загрязнение взвешью и различными химическими веществами.

Наледи. На территории Якутии выделяются районы, где образуются значительные по площадям (до сотен м²) наледи, механизм образования которых связан с тем, что при промерзании деятельного слоя надмерзлотные воды часто оказываются под значительным напором; в этом случае они прорываются на поверхность, где замерзают, образуя ледяную глыбу. Наледи могут образовываться также из межмерзлотных и подмерзлотных вод, выходящих на поверхность в виде источников. Они называются постоянными наледями. Известны наледи, возникающие при промерзании рек, когда на отдельных участках их течения

остаются лишь очень узкие проходы, не способные пропустить весь подледный расход реки. Вода на этих участках прорывается через ледяной покров, изливается по поверхности льда и замерзает. Такого рода прорывы речной воды повторяются за зиму несколько раз, в результате чего образуются крупные ледяные бугры. Сила, с которой прорывается вода на этих буграх, бывает настолько велика, что при этом выбрасываются огромные глыбы льда (Панюков, 1978).

Толщина льда на больших наледях достигает до 2-3 м. Наледные образования могут иметь значительные отрицательные последствия для многих инженерных сооружений, дорог и т.д.

При ведении горных работ в многолетнемерзлых породах встречаются участки с талыми зонами, которые чаще всего бывают, заполнены таликами, т.е. водами, поступающими с поверхности, или образованными при оттайке жил подземных льдов. Талики наблюдаются в районах разработок россыпных и угольных месторождений Северной и Южной Якутии. Таликовая зона или зона «вялых температур» характеризуется температурой горного массива от $-1,5^{\circ}\text{C}$ до $0,5^{\circ}\text{C}$ (Цыганков, 1994). Таликовые зоны в основном приурочены к руслам рек или днищ озер. В работе (Условия эксплуатации ..., 1982) описывается условия залегания россыпного месторождения олова в пределах пойменной части р. Тенкели, где отмечается наличие таликовой зоны, температуры горных пород которой в течение года имеют положительные значения.

В ряде случаев возрастание тепловой нагрузки при снятии почвенно-растительного покрова мерзлых пород приводит к формированию техногенных таликовых зон (Замош, Папернов, 1987).

Таким образом, многолетняя мерзлота, выступает ведущим природным фактором, активно влияющим на развитие, как биотических процессов, так и последствий техногенного воздействия. В конечном счете криогенная составляющая северных территорий предопределяет всю экологическую обстановку при ее освоении.

Приведенные географические и геокриологические характеристики мерзлотных ландшафтов при освоении месторождений минеральных ресурсов являются основными факторами негативного воздействия на рельеф и загрязнения водной среды в различных природных зонах Якутии (таблица 2.6).

Данные особенности криолитозоны Якутии и сопутствующие им негативные процессы во многом должны определять выбор не только способов, технологии разработок месторождений в условиях той или иной географической зоны региона, но должны быть учтены и при проектировании и использовании природоохранных мероприятий при недропользовании.

2.3. Геологические и горнотехнические особенности месторождений, вещественный состав добываемого сырья и депонирующих сред

Элемент неожиданности при возникновении различного рода нарушений нормальных условий производства работ в большинстве случаев является следствием недостаточного знания инженерно-геологических условий горно-строительных и горно-эксплуатационных работ и неумения оценивать их с горно-технологических позиций. И это более опасно, чем сами неблагоприятные горно-геологические условия. (Панюков, 1978). Необходимо добавить, что данное выражение можно отнести и к геоэкологическим проблемам, возникающим при недропользовании, т.к. основные объекты горных работ – месторождения полезных ископаемых являются геологическими образованиями.

Степень преобразования географической среды при горных работах зависит в первую очередь от способа (открытого, подземного или комбинированного) отработки месторождения минерального сырья, выбор которого при проектировании исходит от имеющегося геологического материала.

Таблица 2.6

Основные географические и геокриологические факторы, характеризующие преобразование ландшафтов при недропользовании. (Составлена автором на основе анализа данных литературных источников (Саввинов, 1976; Втюрин, 1980; Мерзлотные ландшафты Якутии..., 1987; Григорьев, Зобачев, 1991; Алексеев, 2010 и др.)

Виды минеральных ресурсов	Географические и геокриологические факторы	
	Климатические	Криогенные показатели и почвенный покров
1	2	3
Северная Якутия		
Россыпные золото, олово	Арктический пояс. t _{ср.январь} . -28 ÷ – 38С; t _{ср.июль} 2 ÷ 12 ⁰ С	ПЖЛ – Н до 30 м, Сильнольдистые отложения, повторно-жильные льды. Под большими озерами сквозные подозерные талики. СТС 0,4-0,7 м. Термоэрозия, морозобойное растрескивание, пучение, Криогенный крип, солифлюкция. Криоземы, мерзлотные тундровые почвы
Рудное золото, олово		
Восточная Якутия		
Россыпное золото, серебро	Субарктический пояс. t _{ср.январь} . -33 ÷ – 50С t _{ср.июль} 11 ÷ 16 ⁰ С	ПЖЛ – до 3-5 м, слабольдистые породы. СТС 0,7-1,2 м. Талики, наледи. Термоэрозия, криогенное выветривание, морозная сортировка. Каменистые россыпи, горногольцовые почвы, подбуры тундровые типичные и оподзоленные. Мерзлотные пойменные торфяно-болотные, дерново-лесные почвы
Рудное золото, серебро, сурьма		
Западная Якутия		
Россыпи алмазов	Субарктический и умеренный пояса. t _{ср.январь} . -33÷– 46 ⁰ С; t _{ср.июль} 12 ÷ 19 ⁰ С	Слабольдистые породы. СТС 0,5-1,2. Криогенное выветривание, морозная сортировка, эрозия. Каменистые осыпи, горногольцовые почвы, подбуры тундровые оподзоленные, мерзлотные пойменные торфяно-болотные, дерново-лесные почвы.
Коренные месторождения алмазов (кимберлитовые трубки)		
Центральная Якутия		
Каменный и бурый уголь	Умеренный пояс t _{ср.январь} . -28 ÷ – 46С t _{ср.июль} 12 ÷ 18 ⁰ С	Сильнольдистые отложения. СТС 2,0-3,0. Пучение, морозобойное растрескивание. Мерзлотные аласные почвы
Углеводородные ресурсы		Двухслойная мерзлота. СТС 2,0-3,0 Мерзлотные палево-бурые, мерзлотные палевые почвы
Южная Якутия		
Россыпные золото, платина	Умеренный пояс t _{ср.январь} . -28 ÷ – 36С t _{ср.июль} 4 ÷ 12 ⁰ С	Прерывистая и островная мерзлота, слабольдистые породы; Талики и наледи. СТС 0,8-4,0 м. Термоэрозия, термокарст, морозобойное растрескивание. Мерзлотные подбуры, мерзлотные палево-бурые, мерзлотные дерново-карбонатные почвы
Рудные месторождения золота, железа, урана и апатитов		
Каменный уголь		

При сложившейся ситуации, когда уровень развития технологий и техники промышленного производства (в первую очередь в горнодобывающей отрасли) относительно высок, а их экологичность гораздо ниже (Зелинская и др., 2003), развитие добывающих мощностей должно быть направлено к максимальному снижению техногенной нагрузки на экосистемы. Эти требования будут реализованы в том случае, если с самых начальных стадий разведки, проектирования ориентироваться на полноценное использование материалов, характеризующих конкретное месторождение и геоэкологические параметры данной местности.

Из множества геологических показателей самых различных месторождений полезных ископаемых, в качестве наиболее влияющих на выбор способа и параметров системы разработки месторождений, применяемой технологии, техники можно отнести рельеф местности (горный, равнинный), глубину залегания, мощность продуктивного тела (слоя, пласта, жилы и т.д.), угол наклона, форму рудного тела, содержание полезного компонента.

Как известно, полезные ископаемые залегают в массивах горных пород, где они образуют естественные скопления, называемые месторождениями. Месторождения подразделяются на рудные (руды металлов и самородные элементы), россыпные (россыпи металлов), горючих ископаемых (угли, торф, нефть, горючие газы) и нерудные (строительные материалы, химическое сырье, технические и драгоценные камни и пр.)

Геологические условия месторождения полезного ископаемого в основном определяются особенностями состава, строения и состояния горных пород основного горно-геологического яруса массива и глубиной его залегания. По этим признакам различаются основные классы и подклассы месторождений полезных ископаемых. С генезисом месторождения органически связаны такие важные горно-геологические характеристики, как форма залегания и распределения полезного ископаемого в основном горно-геологическом ярусе, его сортность, качество и т. д. (Панюков, 1978).

В Якутии распространены различные виды полезных ископаемых, расположенных в самых разных геологических и геоэкологических условиях. Их образование связано со сложнейшими эндогенными и экзогенными процессами, связанными с формированием земной поверхности. Они распределены в самых разновозрастных (от архейских до четвертичных включительно) геологических образованиях осадочного, магматического и метаморфического происхождения (Геология ..., 1962). Например, абсолютный возраст алмазоносных кимберлитов Якутской алмазоносной провинции характеризуется широким возрастным диапазоном от 360 до 440 млн. лет (Колганов и др., 2008).

В качестве своеобразной формации в работе (Мельников и др., 1983) для мерзлотных областей исходя от исторического перемещения границ распространения криолитозоны и изменения глубины залегания ее нижней поверхности выделено семь типов месторождений. Первый тип включает месторождения никогда не подвергавшиеся воздействию криогенных факторов. Далее располагаются месторождения подвергавшиеся промерзанию в прошлом (посткриолитогенные) и находящиеся в толще современной криолитозоны. Собственно криолитогенные месторождения могут залегать в сцементированных льдом толщах, среди морозных (лишенных льда) интрузивных и осадочных или в толще охлажденных пород. Характерной особенностью последних является наличие высокоминерализованных водоносных горизонтов.

Схема классификации россыпных месторождений полезных ископаемых по генетическим, морфологическим и возрастным рядам приведена в монографии академика Н.А. Шилов (2000). Автор совершенно справедливо считает, что приведенные в классификации параметры по выдержанности, по горнотехническим условиям распространения месторождений россыпей дают возможность для решения многих вопросов методики разведки, экономической оценки и эксплуатации месторождений. Эти параметры включают разделение россыпей по степени равномерности распределения полезного компонента в пласте, характе-

ру распределения металла в плане и в вертикальном разрезе, выдержанности контуров в плане, приуроченности их к различным элементам рельефа и т.д. По этим признакам выделены хорошо выдержанные, средневыдержанные и весьма невыдержанные месторождения.

По глубине и условиям залегания россыпи подразделены на погребенные глубокозалегающие и мелкозалегающие, по размерам – на очень большие (уникальные), большие, средние, небольшие и мелкие.

Классификация произведена и по крупности рудных минералов (самородного золота, платины, кассетерита, илменита и пр.), что влияет на выбор способа и технологии обогащения и извлечения из песков полезного компонента и влияет на организацию разведки месторождений, методику опробования и подсчета запасов. Таким образом, обосновано выделение россыпеобразующих эндогенных рудных формаций как историко-геологических ассоциаций эндогенных руд и горных пород, за счет которых в экзогенной среде формируется целый спектр россыпных месторождений широкого минерального состава (Шило и др., 2004).

Формы рудных тел. Если угольные и россыпные залежи региона отличаются сравнительно простой пластообразной формой залегания, то рудные тела имеют довольно сложное строение. В некоторых случаях они распространены на значительные пространства в виде выдержанных пластообразных или линзовидных залежей, а в других образуют глубоко уходящие и обычно линейно вытянутые тела в виде жил и даек. Иные месторождения представляют собой минерализацию зоны контактов или разрывных тектонических нарушений с менее выдержанными очертаниями и размерами.

Например, форма алмазоносных кимберлитовых трубчатых тел Якутии меняется в зависимости от размера эрозионного среза, типа канала и числа фаз внедрения кимберлитовых пород. Различают относительно выдержанные, простые по форме сечения одноканальные трубки взрыва (овальные, округлые,

близкие к изометричным) с крутым углом падения, которые в прикорневой части имеют грушевидную форму (трубки «Мир», «Интернациональная», «Дачная»). Другую группу составляют трубки со сложной сдвоенной, гантелевидной формой сечения с расходящимися на глубине каналами (трубки «Новинка», «Удачная», «Сибирская», «Юбилейная»). Очень сложные формы имеют сильно вытянутые, линзовидные, дайкообразные с раздутыми горизонтальными сечениями трубки с каналами трещинного и смещанными трещинного и центрального типа кимберлитовые тела (трубки «Заполярная», «Якутская», «Сытыканская», «Айхал») (Колганов и др., 2008).

В настоящее время на самых крупных алмазоносных месторождениях Якутии исчерпаны возможности открытого способа отработки, и горно-обоганительные комбинаты переходят на подземную добычу. С глубиной горнотехнические условия на многих трубках сильно усложняются, что связано как с изменением форм залегания рудных тел, так и гидрогеологических, газодинамических и других параметров месторождений.

Газо- и нефтепроявления, пылообразование. В работах (Письменный и др., 2011; Захаров и др., 2011) в числе различных опасных проявлений техногенных геомеханических, гидро- и газодинамических процессов, затрудняющих добычу подземным способом алмазосодержащих кимберлитов, отмечается интенсивные газо- и нефтепроявления как во вмещающих породах, так и в рудных телах. А.В. Дроздов (2009) приводит данные о том, что газовая составляющая породных массивов вблизи трубки «Удачная» представлена свободной, сорбированной и растворенной формами. В определенных интервалах криогенных толщ района отмечена и газогидратная форма состояния газовых проявлений. В кимберлитовых телах трубок встречаются газовые ловушки с концентрацией водорода в смеси, превышающей содержание метана. Содержание водорода с глубиной увеличивается. При переходе от открытой разработки трубки «Удачная» к подземному способу отработки в забоях вскрывающих выработок, пере-

секающих нефтегазонасыщенный интервал, соответствующий среднекембрийскому водоносному комплексу, наблюдались повторные взрывы воздушно-газовой смеси, частичные возгорания нефтепроявлений после проведения взрывных работ (Дроздов, 2009). Данное обстоятельство осложняет ведение горных работ, приводило к срыву сроков строительства рудника.

Возможные динамические газопроявления (суфляры), струйные газовыделения, выделения жидкой нефти и битумов могут быть причинами возникновения взрыво- и пожароопасных ситуаций в подземных выработках, а источниками инициирования вспышки газовоздушных смесей могут быть горение остатков взрывчатых веществ при неполной детонации заряда и возгорание скоплений нефти от температурного воздействия взрыва (Хон и др., 2003). Подчеркивается, что для безопасного ведения работ необходимы наличие информации о пространственном распределении физико-механических показателей обрабатываемых массивов. При недостаточных мерах безопасности в данных условиях возможны серьезные последствия до групповых несчастных случаев с человеческими жертвами.

Угольные пласты нередко склонны к самовозгоранию (например, угли Сангарского месторождения), взрывоопасны по газу или пыли. К взрывоопасным по пыли отнесены большинство угольных месторождений Северо-Востока России (Угольная база ..., 1999). Пылевой режим угольных месторождений Якутии и Магадана исследовался автором в 1981-1990 г.г. (Временное руководство ..., 1986; Ларионов, Иванов, Чемезов, 1988; Иванов, 1990; Иванов и др., 1993; и др.)

Взрывоопасность угольных пластов возрастает с глубиной залегания и зависит от строго приурочена к участкам (зонам) интенсивных остаточных деформаций, сопровождавшихся не только смятием пород, но также сдвиговыми (в том числе микросдвиговыми) деформациями и катаклизмом. Обстоятельством, способствующим возникновению этих опасных по своим последствиям

явлений, следует считать также повышенную жесткость и низкую газопроницаемость вмещающих пород (Панюков, 1978).

Распределение и содержание полезного компонента. Немаловажное значение для обоснования разработки месторождений имеет подсчет запасов полезного компонента, которое зависит от его среднего содержания. При этом необходимо исходить из того, что в горных массивах химические элементы всегда распределяются абсолютно неравномерно. С.М. Ткач (2006) на основе анализа результатов многочисленных геологоразведочных работ, собственных исследований приводит интересные данные о кластерном (гнездовом, столбовом) скоплении рудного вещества большинства россыпных и рудных месторождений Якутии. При этом отмечается, что участки кондиционных руд и песков (кластеров) в объеме подсчетных блоков занимают 10-30%, редко 60, заключая в себе 85% и более запасов металла. Предлагаемая автором инициатива максимального использования на объектах освоения отечественных и мировых достижений в области горного производства с адаптацией техники и технологий к особенностям кластерной организации месторождений позволила бы в разы снизить экологическую нагрузку на природные комплексы за счет снижения объемов добываемой и перерабатываемой горной массы.

Все вышеприведенные геологические и горнотехнические условия отработки месторождений Якутии во многом определяют выбор способов и систем их разработки, применяемой горной, транспортной техники, технологии обогащения полезного компонента, размещения отходов производства (отвалы пород, хвостохранилища), что предопределяет уровень воздействия на природную среду не только в пределах горного отвода, но и на прилегающие территории.

Геохимические особенности районов расположения месторождений минеральных ресурсов. Разработка и развитие учения о геохимии ландшафтов В.И. Вернадским, А.И. Польшовым, А.И. Перельманом, М.А. Глазовской, В.В. Добровольским, Н.А. Шилов и др. позволяет отнести наблюдаемую в районе распо-

ложения многих россыпных, рудных и углеводородных месторождений полезных ископаемых геохимическую аномальность содержания характерных элементов в геосистемах важной особенностью объектов недропользования, связанной с их геологическим строением. На основании изучения вторичных «ореолов рассеивания» определенных макро и микроэлементов химических веществ в наземных и водных экосистемах успешно развивается поиск и разведка месторождений полезных ископаемых атмохимическими, гидрогеохимическими, биогеохимическими методами (Алексеев, 1989; 2000).

Экологическую опасность представляют содержание элементов-токсикантов в депонирующих средах: первичном ореоле в коренных породах, в коре выветривания (вторичный ореол), в перекрывающих рыхлых отложениях (наложенные ореолы и вторичные аккумуляции), в почвенном и растительном покровах. В качестве индикаторов токсичности рудных месторождений используют подсчитанные средние содержания отдельных элементов-токсикантов, нормированные на фоны и ПДК, совокупный (суммарный) показатель токсичности и конкретный объем содержащихся в природной аномалии (рудном месторождении) токсикантов (Голева, 1999).

Исследованиям особенностей вторичных геохимических ореолов в зоне многолетней мерзлоты посвящены работы И.П. Винокурова, В.Н. Макарова, В.М. Питулько, С.Л. Шварцева, Б.С. Ягнышева и др., которыми подчеркиваются существование локальных и региональных биогеохимических аномалий в районах расположения месторождений определенных минеральных ресурсов, которые необходимо учитывать при организации природоохранных мероприятий и экологического мониторинга.

Так, например, Б.С. Ягнышевым с соавторами (2005) отмечается, что существование мантийного очага, взрывно-импульсный характер становления кимберлитовых трубок сопровождается выносом не только алмазосодержащих кимберлитов, но и большой массы химических веществ в виде газовой-жидкой фазы и газо-

вых эманаций, выбросом летучих компонентов с большой долей участия и элементов токсикантов – CO_2 , S, Hg, As, Tl, Bi, Cd и др. Геохимическая аномальность кимберлитовых месторождений подтверждается в повышенных значениях местного геохимического фона именно по тем химическим элементам, которые присущи данному месторождению. В работе обосновывается выделение в пределах Западной Якутии системы эндогенных геохимических аномалий регионального уровня, обусловленных известными и предполагаемыми кимберлитовыми полями.

В.Н. Макаровым и И.П. Винокуровым (1988) для месторождений Северо-Востока Якутии установлен набор информативных элементов, аномальные концентрации которых сосредоточены над проекцией выхода рудоносной зоны. В органическом горизонте почвенного покрова они представлены сурьмой и мышьяком в водо-, кислорастворимых, серебро в водорастворимых подвижных формах; в иллювиальном и нижележащем горизонтах – сурьма и мышьяк в кислорастворимых формах.

Для условий залегания золотосодержащих россыпей Севера Якутии установлена группа элементов, равномерно распространенных от древних к молодым кайнозойским отложениям независимо от их литолого-петрографического состава и степени металлоносности: литий, ванадий, ниобий, галлий, молибден и группа сидерофилов (хром, кобальт, никель, марганец), которые характеризуют общий геохимический фон района расположения месторождения (Макаров, Винокуров, 1988). Для продуктивных горизонтов выделены типоморфные комплексы, включающие цинк, мышьяк, серебро, олово, лантан, иттрий и фосфор. Другая группа – бериллий, скандий, титан, иттрий, и особенно ртуть, составляют типоморфный комплекс лигнитов и глин.

В районе расположения россыпного месторождения алмазов на р. Молодо выявлена природная аномальность карбонатных пород кембрия, несущих в себе повышенное количество элементов литохалькофильной групп, в ассоциации с которыми определено наличие таллия с содержанием до 1 г/т (Ягнышев, 2004). Гео-

химическая аномальность ландшафтообразующих пород предопределила проявление повышенных значений местного геохимического фона по содержаниям V, Cu, Zn, Pb, Li, B и ряда других элементов в почвах, донных осадках и растительности.

Для различных генетических горизонтов почв Южной Якутии по мнению авторов работы (Макаров, Винокуров, 1988) информативным комплексом подвижных форм элементов-индикаторов могут служить: а) для золотосульфидных крутопадающих окисленных руд – серебро в водорастворимых формах в иллювиальном горизонте; мышьяк – в кислорастворимой форме в иллювиальном и переходном горизонтах; медь, молибден – в гумато-фульватных комплексах гумусового горизонта; б) для кварц-полевошпатовых метасоматитовых рудных залежей – мышьяк, сурьма в кислорастворимых формах в иллювиальном и переходном горизонтах; золото, серебро, мышьяк – в гумато-фульватных комплексах гумусового горизонта. Отмечается, что по подвижным формам элементов можно фиксировать рудные залежи кварц-полевошпатовых метасоматитов при перекрытии их песчаниками до 40-50 м.

Подземные воды. Другими геоэкологическими особенностями месторождений минерального сырья в Якутии являются наличие подземных вод. Например, наиболее серьезной экологической и технологической проблемой остается вопрос консервации или откачки сильноминерализованных подземных вод при разработке алмазных трубок Якутии. В Малоботуобинском алмазоносном районе эта проблема обусловлена наличием мощного (до 200 м) подмерзлотного водоносного комплекса, содержащего хлоридно-натриевые, сероводородные рассолы с минерализацией до 350 г/л (Зуев и др., 1994). В Далдыноалакитском районе отработка алмазных месторождений осложняется существованием двух, верхне- и среднекембрийского водоносных комплексов, содержащих токсичные хлоридно-кальцевые рассолы с общей минерализацией до 450 г/л, сброс которых в речную сеть недопустим даже в малых количествах.

Попадание данных рассолов в первые годы освоения алмазонасных труб в речную сеть создавало неблагоприятные условия в водной среде, последствием которых стало обеднение видового состава гидробионтов, ихтиофауны в р. Виллой и ее притоках. В связи с этим была создана система консервации подземных рассолов путем откачки в специально оборудованный накопитель и обратной закачкой в толщу многолетнемерзлых пород (Вигант, 1994). Анализу природных условий существования и формирования подземных резервуаров в криолитозоне, характеристике дренажных рассолов карьеров и рудников компании «АЛРОСА», особенностей их захоронения в ММП рассмотрены в монографии А.В. Дроздова (2011).

В Южной Якутии при подземной разработке Денисовского месторождения угля прорыв через таликовые зоны грунтовых вод создавало определенные трудности в первые годы освоения месторождения. Такие же проблемы зачастую наблюдались и при разработке россыпных месторождений Индигирки.

Особенности регионального геохимического фона территории размещения месторождений, состава добываемого сырья и перемещаемых при процессе техногенного преобразования ландшафтов пород, наличие высокоминерализованных подземных вод, таликовых зон, высокая способность мерзлых пород к пылеобразованию, наличие в них нефтепроявлений предопределяют значительную химическую нагрузку на водные и наземные экосистемы. Переносимые атмосферным воздухом и водным потоком продукты химического рассеивания значительно расширяют зону негативного воздействия горных работ на прилегающие площади.

2.4. Технологические факторы воздействия на геосистемы при недропользовании

Как известно, технические и технологические аспекты теории рационального природопользования являются одной из важнейших ее составляющих. Совер-

шенство применяемой технологии играет определяющую роль в уровне полноты использования потенциала недр (Зелинская и др., 2003).

Многочисленными исследованиями установлено, что трансформация экосистем при недропользовании зависит от применяемой технологии, техники горного производства (Цыганков, 1991; Цыганков и др., 1994; Потапов и др., 2005; Природно-техногенные..., 2006; Иванов, 2007; Михайлов и др., 2011 и др.).

Горное производство сложный комплекс, включающий добычу (извлечение из недр) полезного ископаемого и его первичную переработку, который отличается интенсивностью и разнообразием негативного воздействия на все компоненты экосистем района освоения месторождений. Тем не менее, технологические факторы воздействия на природную среду можно отнести к наиболее поддающимся к управлению параметрам, в т.ч. и по экологической необходимости.

Процесс добычи минерального сырья из недр в свою очередь можно разделить на несколько операций, каждая из которых отличается своеобразием воздействия на окружающую среду. Собственно разработка месторождения включает вскрытие россыпи, рудного тела или угольного пласта горными выработками (вскрывающей траншеей, штольнями, вертикальными или наклонными стволами), формирование полигонов, добычных уступов при открытой разработке, проходку подготовительных и капитальных выработок при подземном способе отработки, процесс добычных работ и транспортировку горной массы в отвалы или на переработку.

Первичная переработка добытого сырья производится на промывочных приборах и стационарных обогатительных фабриках.

На каждом из данных процессов горного производства применяется специальная мощная горная техника и материалы (например, взрывчатые вещества) и происходит интенсивное воздействие на многие компоненты экосистем не только участка непосредственного освоения, но и обширной прилегающей территории.

Для оценки вклада технологического фактора на нарушения естественного

состояния экосистем при разработке месторождений минеральных ресурсов, прежде всего, необходимо вкратце остановиться на анализе применяемых технологий и техники горного производства в условиях Якутии.

Системы разработки месторождений. Известны различные классификации систем разработок месторождений полезных ископаемых, которые в первую очередь делятся в зависимости от вида полезного ископаемого (системы разработки рудных, угольных и россыпных месторождений). Далее рассматриваются по отдельности системы для открытой или подземной разработки месторождений. На выбор открытого или подземного способа отработки основную роль играют глубина залегания рудного тела, пласта продуктивного слоя, запасы и ценность, содержание минерального вещества и другие параметры, которые определяют экономичность добычи полезного ископаемого.

Системы открытой разработки месторождений. В настоящее время наиболее экономичным до определенных глубин считается открытый способ разработки, который в то же время отличается серьезными экологически негативными воздействиями на окружающую среду.

Академиком Н.В. Мельниковым предложена классификация систем разработок месторождений полезных ископаемых открытым способом, которая основывается на способ перемещения вскрышных пород (Мельников, 1961).

Другая классификация, разработанная академиком В.В. Ржевским, делит системы открытой разработки на три группы: сплошные, углубочные и смешанные (Ржевский, 1985).

В Якутии открытым способом отрабатываются золото и алмазосодержащие россыпные, золоторудные месторождения и алмазосодержащие кимберлитовые трубки и угольные пласты.

Россыпные месторождения полезных ископаемых отрабатываются открытым, подземным и дражным способами, выбор которых исходит в основном от горнотехнических условий залегания россыпи (рельефа, глубины залегания про-

дуктивного пласта, ценности, содержания и запасов полезного компонента, и т.д.), географических и климатических условий территории.

Открытая разработка россыпей является наиболее распространённым способом, обеспечивающим максимальную полноту выемки полезного ископаемого, безопасность работ, возможность использования мощной, высокопроизводительной техники. Производится обычно при глубине залегания россыпи до 12-50 м. В зависимости от вида оборудования, применяемого на подготовительных и добычных работах, различают следующие варианты открытой разработки россыпей: бульдозерную, экскаваторную, экскаваторно - бульдозерную, скреперную разработки (Шорохов, 1973).

На золотоплатиновых и редкометалльных россыпных месторождениях широкое распространение получил гидромеханизированный способ разработки, когда основные технологические процессы разрушения, транспортировки и обогащения горной массы выполняются с помощью смешиваемой с ней воды, подаваемой под напором или самотёком. При гидромеханизации разработки с применением гидромониторов, землесосов, насосов воздействие воды в большинстве случаев носит комбинированный характер: гидромеханический; гидродинамический; гидротермический. Применение схем, в которых оборудование гидромеханизации сочетается с экскаваторами, бульдозерами, конвейерами, даёт возможность организации поточной технологии и комплексной механизации процессов добычи и первичного обогащения полезного ископаемого. Для снижения нагрузки на водные экосистемы осуществляется полный водооборот для всего цикла.

На выбор конкретной технологической схемы способа разработки россыпного месторождения влияют крепость пород вскрыши и песков, мощность вскрыши, содержание валунов в песках, плотность мерзлых пород (Потемкин, 1969; Шорохов, 1973; Лешков, 1977). Обобщение материалов по способам гидромеханизации позволяет привести параметры применения различных схем

разработки россыпей (таблица 2.7).

При разработке очень плотных и мёрзлых пород наиболее эффективны технологические схемы, в которых предусматривается использование рыхлителей, бульдозеров (с послойной оттайкой мёрзлых пород), экскаваторов (с предварительным рыхлением) (Потёмкин, 1969).

Таблица 2. 7

Схемы гидромеханизированного способа разработки россыпных месторождений и параметры их применения

Схемы гидромеханизированного способа разработки россыпных месторождений	Параметры применения		
	Категория крепости		Мощность вскрыш- ных пород и песков, м
	вскрышных пород, м	песков, м	
Гидромониторно-бульдозерно-землесосная	до 4	до 4	пород - до 5
гидромониторно-экскаваторно-землесосная	до 5	1-3	пород - более 3-4
бульдозерно-экскаваторно-землесосно-гидромониторная	до 5	до 4	пород - более 3-4; песков – до 4-5
бульдозерно-экскаваторно-землесосная с пульпообразователем	до 4		породы + пески более 6-8
экскаваторно-гидромониторно-землесос- ная	до 5		
экскаваторно-бульдозерно-землесосная	до 4	до 5	пород - до 4-5 песков - более 3-4
земснарядно-гидромониторная	1-3	до 4	пород более 4-5 песков - до 30

В настоящее время россыпные месторождения алмазов, золота и олова Якутии разрабатываются в основном открытым способом с применением различной бульдозерной, скреперной, экскаваторной, автотранспортной, конвейерной техники, гидроустановок, драг и т.д.

При этом в зависимости от горнотехнических условий разработок россыпей применяются дражный, с подготовкой полигонов бульдозерами или шагающими экскаваторами, экскаваторно-автотранспортный способ, комбинированный (роторно-конвейерный комплекс – драга) с промывкой песков на сезонных (СОФ)

или в стационарных обогатительных фабриках (установках) (Ермаков и др., 2008). Сравнительно мелкие месторождения обрабатываются бульдозерным и бульдозерно-гидравлическим способами с переработкой песков на промывочных приборах.

Одним из основных отрицательных моментов организации разработки россыпных месторождений Якутии является зависимость от суровых климатических условий региона и использование малоприспособленного к низким температурным параметрам, особенностям многолетнемерзлых пород горно-добычного и транспортного оборудования. Например, многолетний опыт эксплуатации драг показал, что даже небольшие пласты мерзлых горных пород толщиной до 0,7-1,4 м снижают производительность драг на 20%. При разработке полностью мерзлых рыхлых отложений производительность драг снижается на 70% по отношению к работе в талых грунтах. Тем не менее, сезонная производительность в 800-900 тыс. м³/год при дражных разработках превышает от 2,4 до 10 раз, чем при применении комплексов «бульдозер – обогатительная установка», и до 4 раз, чем при экскаваторно-автомобильных комплексах (Ермаков и др., 2008).

Невозможность размещения на выработанном пространстве хвостов промывки песков, вскрышных пород из-за большой обводненности и вынужденной послойной отработки готовых к выемке запасов приводит к заметному увеличению площадей нарушенных земель.

Наибольшую нагрузку при открытой разработке россыпей испытывает водная экосистема, которая обусловлена изменением режима естественного стока (руслоотвод, изъятие части стока, образование гидротехнических сооружений и т.д.), температурных параметров воды, попаданием в водотоки взвешенных частиц и химических веществ. Значительному преобразованию подвергаются долины рек, где в результате проведения различных горных выработок (траншей, канав, котлованов), размещения отвалов, прокладки дорог, дамб полностью нарушается природный рельеф и появляется локальное техногенное образование.

Сравнительно меньшее воздействие на природные комплексы наблюдаются при подземной разработке россыпных месторождений, однако она экономически эффективна лишь на относительно больших глубинах, т.к. требует наибольших трудовых и материальных затрат. Регламентируемые минимальные глубины для данного способа составляют для мёрзлых россыпей 8 м, для талых - 20-30 м (Потемкин, 1963; Емельянов, 1982).

Особенностью подземной разработки многолетнемерзлых россыпей является то, что добыча песков производится в зимнее время, а ее промывка осуществляется в летнюю пору. Пески, добытые зимой, укладываются в специальные отвалы, которые с наступлением теплого периода по мере оттайки подаются бульдозерами в бункера промприборов.

Перспективы подземной разработки многолетнемерзлых россыпей связаны с дальнейшей механизацией основных и вспомогательных работ на базе специальной малогабаритной самоходной техники, проходческих и добычных комбайнов, механизированных очистных комплексов и др. (Шерстов, 2002).

В таблице 2.8 приведены варианты применяемых технологий и техники для некоторых россыпных месторождений Якутии.

Открытая разработка золоторудных месторождений. Золоторудные месторождения в основном отрабатываются в Южной Якутии (месторождения Куранахского рудного поля (КРП), месторождения «Самолазовское», «Рябиновое», «Таборное» и др.).

Из месторождений КРП за все время разработок уже добыто почти 230 тонн золота и при этом выполнены значительные объемы переработки рудной массы и ГПР. Начиная с 60-х годов, на предприятии применялась и задействована в настоящее время транспортно-горнотехническая схема с применением буровзрывных работ и отгрузкой горной и рудной массы экскаваторами. Использовались также схемы с применением тяжелой землеройной техники на добыче руды.

Таблица 2.8

Примеры открытой разработки россыпных месторождений Якутии

Месторождения	Горно-технические условия залегания месторождений	Применяемый способ разработки	Варианты способа и применяемая техника
1	2	3	4
Северная Якутия			
Месторождение золотоносной россыпи руч. Биллях	Рельеф – невысокое плато с абс. отметками 90-120 м. Сплошные ММП мощностью более 350 м. Лыдистые грунты, ПЖЛ с глубин 0,1-3,4 м, мощность 1,7-7 м. Торфа илистые, суглинистые и песчаные отложения с примесью гравия и дресвы. Ср. мощность торфов 2,45 м, коэфф. вскрыши 1,3. Пески – песчано-гравийно-галечно-щебнистый материал илисто, глинисто и валунно-глыбовых включений.	Открытый, с раздельной выемкой торфов и песков	Вскрыша: в зимнее время, бульдозерная, послойное снятие с предварительным рыхлением на глубину 0,4-0,5 м, укладка торфов на борта полигона бульдозерами «Komatsu» Д-355. Разработка песков в зимне-весенний период с механическим рыхлением бульдозером «Komatsu» Д-355 и окучиванием песков во временный отвал бульдозерами Т-170 и ДЭТ-250 Погрузка песков погрузчиком WA-500 «Komatsu» и транспортировка самосвалом БелАЗ-7540 на СОФ
Месторождения Куларских золотоносных россыпей	Рельеф – низкогорный и холмисто-увалистый преимущественно с пологими безлесными склонами с крутизной 3-8°. Сплошные ММП мощностью до 500 м. Наледи. Рыхлые отложения, включая продуктивный слой высокольдистые, до 80%. СТС до с 0,4 до 1,1 м. ПЖЛ с шириной до 5-6 м на склоновых отложениях		Вскрыша: в зимнее время, бульдозерная, послойное снятие с предварительным рыхлением. Разработка песков в зимне-весенний период с механическим рыхлением бульдозером «Komatsu» Д-355 и окучиванием песков во временный отвал бульдозерами Т-170 и ДЭТ-250
Центральная Якутия			
Месторождение алмазов на р. Ирелях	Месторождение расположено в долине р. Ирелях со средней шириной 600 м. Длина россыпи 25,6 км. Склоны долины имеют наклон от 2 до 12°. Мощность продуктивных отложений 1,2 м в среднем. Мощность ММП 325-390 м. Торфа оттаивают за сезон в прирусловой зоне до 1 м, в остальной части на 0,4-0,6 м. льдистость торфов до 58-62 %, песков до 32-34 %. Ширина промышленной части 90-600м, мощность наносов 3-7 м, торфов 1,5-6 м, песков 0,5-4 м.	Дражный способ	Сплошная выемка с помощью многочерпаковой драги. Россыпь разделена на два участка, которые отрабатываются двумя однотипными драгами (нижний участок драгой 201 и верхний - 202) с черпаками емкостью 250 л. Глубина черпания драгой 201 равна 7 м, на драге 202 – 7,5 -8 м. Система разработки – одинарными забоями поперек или вдоль долины. Подготовка полигонов осуществляется массовым подтоплением на зимний период.

1	2	3	4
Месторождение оловоносных россыпей «Тирихтях»	Рельеф – плавный, с небольшими возвышенностями и пологими склонами речных долин. Сплошные ММП с мощностью от 300 до 600 м, СТС до 1,5 м, ср.-0,35-0,45 м. Лыстистость до 80%, ПЖЛ. Пески кварц-полевошпатовые, тонкозернистые с преобладанием пылеватой фракции (70-80%), песчаной 10-20%, глинистой – 8-12%	Открытый, с раздельной выемкой торфов и песков при мощности торфов 1-3 м.	Вскрыша: в осенне-весенний период с использованием БВР и бульдозеров ДЭТ-250 и Т-500 с рыхлителями. Укладка торфов за контурами балансовых запасов. Добыча песков послойная выемка бульдозерами в теплое время. Погрузчики PS-570, L-34. автотранспорт БелАЗ-7540. Промывка песков на промприборе ПКС-1200
	При глубине разработки больше 40 м.	Подземный, камерно-лавная система с оставлением ленточных межкамерных целиков	Вскрытие двумя наклонными стволами, пройденными буровзрывным способом. Отбойка песков при добычных работах - буровзрывным способом. Бурение шпуров буровой кареткой “Boomer”, уборка отбитых песков – погрузочно-доставочными машинами “Bagner”, выдача песков конвейерами КЛШ-500 по стволу в отвал. Промывка песков двумя промприборами ПКС-1200
Южная Якутия			
Россыпные месторождения по р. Орто-Сала		Дражный способ	Вскрытие россыпи бульдозерами Т-130 по талым торфам с естественным оттаиванием или механическим рыхлением. Торфа складываются на борта полигона. В виде отвалов высотой 6-15 м. Используется параллельная система с устройством пологого выезда по всей длине полигона. Затопление путем водоподъемных дамб, возводимых поперек участка и примыкающих к вскрышным отвалам. Системы разработки драгой 250 ДМ-П-ИЭ в зависимости от ширины полигона (от 150 до 500 м): одинарно-поперечная, одинарно-продольная с переходом в смежно-продольную и одинарно-поперечная с переходом в смежно-продольную.
Погребенная россыпь на р. Б. Куранах	Рельеф гористый, абсолютная высота гор и возвышенностей не превышает 800-1000 м, относительные превышения 200-250 м. Широко распространены карсты. Мерзлота островная	Поточная технология на основе применения роторных комплексов, шагающих экскаваторов и драг	Многоуступная схема отработки: - первые уступы – роторно-конвейерным комплексом; - третий уступ – шагающим экскаватором или драгой (роторно-ковшовым земснарядом); - четвертый уступ – драгой или роторно-ковшовым земснарядом.

Погрузка руды производится 6 экскаваторами (два экскаватора ЭКГ-5А работают на промотвале). На транспортировке горной массы используются, в основном, 30-тонные самосвалы БелАЗ-75405, а также 80-тонные БелАЗ-7549 (7 шт.) и 120-тонные HD-1200 «Komatsu» (3 шт.). На буровых работах используются электрические шарошечные буровые станки СБШ-250МН.

Для разработки рудного месторождения «Самолазовское», которое располагается в пределах Алданского горнопромышленного района в истоках ручья «Большая Юхта», применяется транспортная схема организации горных работ. Вскрышные породы складировются в отвалы, расположенные на расстоянии 300-500 м от карьера. Для вскрыши применяются буровзрывные работы. Годовой объем вскрышных работ 1045 тыс. м³. Объем буровых работ 2500 п.м., использование взрывчатки - около 34 тонн.

Добыча руды осуществляется без буровзрывных работ с рыхлением бульдозером «Коматцу». Погрузка руды и вскрышных пород производится экскаваторами ЭКГ-4,6Б и ЭКГ-5А. Объем добычи руды 350 тыс. т. Общая площадь работ – 33 га, в том числе отвалы занимают 15 га.

Нисходящая уступная система разработки горизонтальными слоями с транспортировкой пустых пород во внешние отвалы, применяется при разработке золоторудного месторождения «Рябиновое», которое так же расположено в пределах Центрально-Алданского района (ЦАР). При этом руда транспортируется автосамосвалами на обогатительную (золотоизвлекающую) фабрику для последующей переработки.

Вскрытие нагорной части месторождения производится одновременно двумя отдельными участками: Мусковитовое и Новое. Рудные тела уч. Мусковитый отрабатывается тремя карьерами: Южный, Центральный и Северный. Уч. Новый отрабатывается одним карьером.

Подготовка руд и пород к выемке производится с помощью буровзрывных работ. Бурение взрывных скважин производится буровым

станком с погружным гидроударником (диаметр бурения 152мм). Выемочно-погрузочные работы на вскрыше и добыче выполняются экскаваторами ЭКГ-5А с ковшом вместимостью в 5,2 м³. Транспортирование руд и пород осуществляется автосамосвалами БелАЗ-75473 грузоподъемностью 45т. Отвалообразование бульдозерами D-355А фирмы «Komatsu».

Месторождение «Таборное» расположено в пределах Олекминского района республики в междуречье руч. «Темный», «Таборный» и «Рудный» на высоте более 1300 м н.у.м, т.е. занимает переходное положение от горнотаежных лесов к предгорьцовому поясу.

На месторождении выявлено два рудных тела. Мощность рудного тела №1 составляет 100 – 110 м, залегание его наклонное, на юго – восток под углом 12-40⁰, с возрастанием на запад. Рудное тело в плане имеет линзовидно-пластообразную форму, субширотное простирание, меняющееся к востоку на северо-восточное. Рудное тело №2 расположено в юго-восточной части месторождения и в плане представляет собой линзу северо-восточного простирания, лежащую с наклоном на юго-восток под углом 35-40⁰.

На основе анализа горно-геологических и горно-технических условий разработки месторождения принят открытый способ разработки месторождения комбинированной системой разработки с использованием бульдозеро-рыхлителей и экскаваторно-транспортных комплексов, позволяющий при сравнительно невысоких капитальных затратах за короткое время достигнуть намеченной годовой производительности по руде.

Вскрытие действующего участка произведено разрезной траншеей, заложенной по западному борту рудного тела с учётом выхода транспортной линии по направлению к обогатительной фабрике.

С целью повышения производительности горно-добычного оборудования, предусматривается дополнительно к механическому рыхлению, производство буровзрывного разрыхления горных пород.

Для ведения горных работ применяется следующий набор основного карьерного оборудования – экскаваторы ЭО-5225; Хитачи-800, погрузчики ПК-12; бульдозеры Т-500, Д-375, Т-35 и Т-11, Т-170; автосамосвалы БелАЗ-5420, БелАЗ-75481 и КРАЗ-6510, 256, буровые станки УРБ-4,2 А-2Б, для заоткоски уступов станки БТС-150.

Углубочная транспортная система разработки с вывозкой пустых пород во внешние (частично во внутренние отвалы) характерна при отработке кимберлитовых трубок в Западной Якутии (месторождения алмазов «Удачная», «Юбилейная», «Комсомольская», «Нюрбинская») (Ермаков и др., 2004). При этом верхняя часть месторождений обычно вскрывается системой транспортных съездов спиральной и спирально-тупиковой формы. Ниже гор. +70 м вскрытие производится транспортными съездами спиральной формы. Подготовка горной массы производится буровзрывным способом с бурением скважин станками СБШ-250МН, СБШ-250 и D-75KS фирмы «Tamrock». На выемочно-погрузочных работах используются экскаваторы типа ЭКГ-8И, ЭКГ-10, и ЭКГ-12, Н 285S, Н 135S, а на вспомогательных процессах – колесные погрузчики РС-570, L-1100. Транспортировка горной массы осуществляется автосамосвалами БелАЗ, KMS-285S, Unit Rig MT-3300 с грузоподъемностью от 40 до 130 т. На отвальных работах заняты тяжелые гусеничные бульдозера иностранного производства D-355A, D-834 и колесные типа Cat-824.

При открытой разработке месторождений основное воздействие на природную среду производится в виде геохимического загрязнения атмосферного воздуха, водных объектов, почвенно-растительного покрова прилегающей территории продуктами выбросов при буровзрывных работах, при экскавации и транспортировке горной массы, отвалообразовании, при ветровой эрозии с открытых поверхностей (отвалов, бортов карьеров, автодорог, хвостохранилищ и т.д.), прямого уничтожения почвенно-растительного покрова в пределах горного отвода, попадания отходов производства (сбросов с промышленных площа-

док, горюче-смазочных материалов, откачанные со дна алмазных карьеров минерализованные воды) в поверхностные и подземные воды. Значительные земли отводятся для размещения отвалов пустых пород, которые во многих случаях остаются без какой-либо рекультивации и являются вторичными источниками загрязнения прилегающей территории.

Косвенные воздействия не связанные с горным производством возможны в виде пожаров, захламления прилегающих территорий отходами (несанкционированные свалки, отходы потребления), браконьерства и неконтролируемой добычи биологических ресурсов.

Подземная разработка месторождений. При подземной разработке рудных месторождений наибольшей популярностью пользуется классификация предложенная академиком М.И. Агошковым (1954), в которой рассматриваются восемь классов систем разработок, разделенных по единому отчетливо выраженному признаку - состоянию очистного (выработанного) пространства в период разработки месторождения. Выбор той или иной системы разработки исходит от свойств руды и вмещающих пород, от их устойчивости, склонности к самообрушению, ценности и т.д., и условий создания безопасности при проходке выработок и очистных работах. Например, в таблице 2.9 приведены данные по горно-геологическим условиям залегания и применяемые системы разработки некоторых рудных месторождений Якутии (Необутов, Петров, Черепанов, 2005), из которых видно, что рудные тела в основном представлены крутопадающими маломощными жилами, устойчивость руд и вмещающих пород, зависящие от их физико-механических свойств различаются в значительной степени. Все месторождения (кроме Лебединского) расположены в зоне сплошной многолетней мерзлоты, где температура пород составляет от $-4 - -5\text{ C}^0$ до $-10\text{C}^0 - 12\text{C}^0$.

Сложное строение рудных тел, их малая мощность, кластерная организация рудного вещества (особенно для золотосодержащих руд), обуславливают

Таблица 2.9

Применяемые системы подземной разработки рудных месторождений Якутии в зависимости от горно-геологических характеристик (Необутов, Петров, Черепанов, 2005 с добавлениями автора)

Месторождение, рудник	Данные по рудным телам				Коэффициент крепости		Устойчивость		Система разработки	Зоны расположения месторождений
	Тип руд	Форма рудных тел	Угол падения, град	Мощность, м	руды	Вмещающих пород	руды	Вмещающих пород		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Депутатское	Оловорудный	Рудные зоны с жилами	50-85	0,3-4,5	8-20	14-15	Устойчивые	Неустойчивые	С магинизированием руды, под этажными штреками	Северная Якутия
Чурпунья	Оловорудный	Сложное жилообразное	65-80	3,5-4	12-18	12-18	Устойчивые	Устойчивые	С магинизированием руды	
Бадран	Золоторудный	Рудные зоны (столбы)	21-34	0,5-3,6	14-16	3-14	Ср. устойчивости	Неустойчивые	Камерная с льдопородной закладкой	Центральная Якутия
Булар	Золоторудный	Жильная	75-80	0,5-1,2	13-16	13-16	Устойчивые	Устойчивые	С магинизированием	
Дуэт	Золоторудный	Жильные сложного залегани	0-45	0,2-3	12-18	10-16	Устойчивые	Ср. устойчивости	Длинными панелями по простиранию, с магинизированием	
Нежданинское	Золото-серебряный	Рудные зоны с прожилками	55-80	0,2-4,8	15-16	15-16	Неустойчивые	Ср. устойчивости	С магинизированием руды блоками, под этажными штреками	
Сарылах	Сурьмяно-золотой	Жильные	60-70	0,2-5,2	9	7	Неустойчивые	Неустойчивые	С магинизированием руды блоками, с закладкой	
Сентачан	Золото-сурьмяной	Жильные	50-80		12-14	12	Устойчивые	Устойчивые	С магинизированием руды	
Лебединское	Золоторудный	Жилы и метасомат. залежи	70	0,4-1 реже 6-8	3-5	7-8	Неустойчивые	Ср. устойчивости	Сплошным забоем по простир. вертика. слоями с креплением	Южная Якутия

высокий уровень потерь и разубоживания полезного компонента, затрудняют применение высокопроизводительной техники, требуют внедрения нетрадиционных схем отработки месторождений.

Одним из перспективных, экологически наиболее приемлемых вариантов разработки рудных месторождений криолитозоны является применение систем с льдопородной закладкой выработанного пространства (Необутов, Петров, Черепанов, 2005; Михайлов и др., 2011).

Экологические преимущества данной системы заключаются в следующем:

- уменьшение объемов складированных в отвалах пород путем использования части горной массы для закладки выработанного пространства;
- минимизация попадания химически активных веществ с отвалов на элементы экосистем прилегающей территории;
- снижения пыления с породных отвалов;
- исключение массового применения лесоматериалов для крепления выработанного пространства.

Из существующих классификаций систем подземной разработки угольных месторождений наибольшего внимания заслуживает классификация, предложенная А. С. Бурчаковым (Краткий справочник ..., 1982). В основу этой классификации положен способ выемки угольного пласта в зависимости от его мощности (выемка ведется на всю мощность или слоями при делении пласта по мощности на отдельные части).

Горнотехнические характеристики угольных месторождений Северо-Востока России приведены в таблице 2.10 (Иванов, 2007).

Как отмечает Ю.Д. Дядькин (1968), подземные горные работы в зоне вечной мерзлоты сопровождаются целым рядом физических процессов и явлений, которые вообще не имеют места или очень слабо развиты в шахтах и рудниках за пределами рассматриваемой области.

Таблица 2.10

Горнотехнические характеристики основных угольных месторождений
Северо-Востока России.

Наименование месторождения	Средняя годовая температура воздуха, °С	Годовой уровень осадков, мм	Мощность толщи мерзлых пород, м	Глубина залегания пласта, м	Мощность пласта, м	Угол падения	Температура пород на глубине 15-30 м, °С
Республика Саха (Якутия)							
Джебарики - Хая	- 12	422	460	40-111	0,9-3,5	2-4	-3,7÷-6
Сангарская	- 10,1	258	150	112-179	1,5-2,5	10-60	0,5÷-5
Нерюнгринское	- 9,5	500	100	320-590	3,8-22,6	10-12	-0,2÷-0,8
Магаданская область							
Анадырское	-7,7	395	200	16-59	2,3-14	3-7	0,5÷-6
Аркагала	- 13,2	318	250	86-100	1,0-6,8	25-45	-4,5÷5,5

Основные отличия заключаются в необходимости решения вопросов теплового и механического взаимодействия мерзлого породного массива с инженерными сооружениями, изменения физико-механических свойств пород при знакопеременном характере поступающего в горные выработки воздуха, резких сезонных колебаний запыленности шахтного воздуха, необходимости разработки способов и средств подавления пыли, эффективных и надежно работающих при низких температурах.

В настоящее время больше внимания уделяется освоению Южно-Якутского угольного бассейна, где по некоторым данным (Поляков, 2000) из балансовых запасов угля около 67% могут отрабатываться подземным способом (таблица 2.11).

К наиболее перспективным в ближайшее время для подземной разработки месторождениям относятся Денисовское, Кабактинское, Чульмаканское, Якокитское, пласт Пятиметровый Нерюнгринского месторождения. Для всех этих месторождений характерной особенностью является расположение пластов угля в нескольких температурных зонах (Скуба и др., 1986), что является наиболее сложным по технологическим условиям разработки.

Таблица 2.11

Запасы и ресурсы углей Южно-Якутского бассейна

Угленосные районы	Всего геологических запасов, млн. т.	Балансовые запасы (B+C ₁ +C ₂)	Прогнозные ресурсы (P ₁ +P ₂ +P ₃)
1	2	3	4
Усмунский	4320	470	3850
Алдано-Чульманский	25290	6490	18800
Гонамский	3360	-	3360
Токинский	24540	2800	21740
Всего по бассейну	57510	9660	47750
В том числе:			
Для открытой отработки	3320	3130	190
Для штольневой отработки	28720	3230	25490
Для шахтной отработки	25470	3400	22070

Проблемой совершенствования технологии подземной добычи угля в условиях многолетней мерзлоты занимались многие научно-исследовательские институты. Первый опыт ведения горных работ в зоне многолетней мерзлоты обобщен в монографии В.П. Бакакина (1958). Автор отмечает необходимость регулирования тепловых процессов и для использования повышенной устойчивости мерзлых пород рекомендует поддерживать в горных выработках отрицательную температуру.

Многие исследования посвящены проблеме решения теплового режима шахт Севера, методам расчета и способам регулирования прочности мерзлых пород, устойчивости горных выработок при различных вариантах, возможности повышения безопасности и эффективности ведения горных работ в зависимости от мерзлотных условий (Дядькин, 1965; 1986; Скуба и др., 1986; Системы разработки ..., 1970; Скуба, 1973; 1974 и др.). На основе данных работ совершенствовалась технология разработки угольных месторождений криолитозоны.

Дальнейшее развитие исследований (Викулов и др., 1983; Рекомендации ..., 1986; Викулов, Евремов, 2003) позволило внедрить в шахтах многолетней

мерзлоты высокопроизводительные механизированные комплексы, которые позволили не только достичь значительного повышения производительности труда, но и намного улучшить условия труда горнорабочих, повысить безопасность управления состоянием кровли в очистных лавах.

Современные работы специалистов посвящаются различным аспектам совершенствования технологии ведения вскрышных, подготовительных и очистных работ при подземной добыче угля в конкретных условиях отдельных месторождений Севера, в т.ч. и Якутии.

В исследованиях рассматриваются вопросы совершенствования систем разработок, технической целесообразности и эффективности применения механизированных комплексов, оценки работоспособности крепи при различных условиях, проявления горного давления, и повышения безопасности горных работ (Рекомендации ..., 1986). Оценке существующего опыта подземной разработки, вопросам решения проблемы перехода геологических нарушений механизированными комплексами, управления кровлями на угольных месторождениях криолитозоны рассмотрены в работе (Васильев, Зубков, Иудина, 2010). Авторами разработана схема освоения Эльгинского каменноугольного месторождения подземно-открытым способом, который существенно сокращает негативное влияние горных работ на окружающую среду.

Одновременное ведение открытых и подземных горных работ в пределах одного месторождения предлагаются и в других работах сотрудников ИГДС СО РАН (Ефремов и др., 2000; Огнев, Ефремов, 2002; Васильев, Зубков, 2008).

Таким образом, приведенный краткий анализ работ по совершенствованию технологий добычи минеральных ресурсов в условиях Якутии достаточно много, но необходимо отметить, что исследований по влиянию разработок месторождений полезных ископаемых на состояние экосистем, по определению зоны воздействия карьеров, шахт и рудников на ландшафты на современном уровне явно недостаточно, что сказывается на внедрении передового опыта по

локализации негативных факторов горного производства и по обеспечению санитарно-гигиенических и экологических требований, как в горных выработках, так и на прилегающей территории.

Выводы

1. Несмотря на имеющиеся достаточно многочисленные исследования общих вопросов недропользования в условиях криолитозоны и ряд научно-прикладных разработок по локальным объектам, остается актуальной задача, с одной стороны, детализации процессов и закономерностей воздействия недропользования на экосистемы, а с другой стороны, обоснование региональной геоэкологической основы недропользования в Якутии – своего рода системной матрицы как научно-прикладной основы для решения задач охраны окружающей среды и восстановления нарушенных экосистем, локализации негативных факторов горного производства и обеспечения экологических и санитарно-гигиенических требований, как непосредственно в горных выработках, так и на прилегающей территории.

2. На основе анализа природных особенностей зон развития недропользования региона выделены в качестве основных географических факторов влияющих на воздействие недропользования на природный комплекс климатические (среднегодовые температурные показатели января и июля месяцев) и мерзлотные (характеристика мерзлой толщи, льдистость пород, наличие таликов, наледей) показатели.

3. В качестве геологических и горнотехнических факторов оказывающих значительное влияние на выбор способа и систем их разработки и на геоэкологические последствия недропользования выделены глубина залегания, форма продуктивных тел, газо- нефтепроявления в горные выработки, пылеобразования при технологических операциях, распределение и содержание полезного компонента,

геохимические особенности районов расположения месторождений минеральных ресурсов, наличие водоносных горизонтов.

4. Технологическими факторами воздействия на геосистемы при недропользовании отмечены способ и системы разработки месторождений, которые определяют выбор применяемой техники, масштаб и сроки освоения.

5. Совокупное воздействие выявленных факторов воздействия недропользования на состояние геосистем криолитозоны приводит к их существенной трансформации.

ГЛАВА 3. СТАДИЙНОСТЬ ТРАНСФОРМАЦИИ ИСХОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ КРИОЛИТОЗОНЫ В ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫЕ ЭКОСИСТЕМНЫЕ КОМПЛЕКСЫ (ПТЭСК)

В предыдущих главах диссертационной работы были охарактеризованы методологические основы решения геоэкологической проблемы недропользования в северных регионах, в том числе в условиях криолитозоны Якутии, обоснована систематизация объектов недропользования применительно к меняющимся эколого-географическим особенностям природной среды, а также рассмотрены основные процессы и формы воздействия на экосистемы в зависимости от применяемых технологий, видов минерального сырья и других факторов.

В данной главе рассмотрим, каким образом совокупность изложенных выше географических, геоэкологических и иных процессов, прежде всего техногенных, преобразует исходные экосистемы в принципиально другое природно-техногенное состояние.

3.1. Принципиальная схема формирования природно-техногенных экосистемных комплексов при недропользовании

Главной задачей прикладной экологии на фоне регионального экологического неблагополучия во многих регионах России становится выявление баланса, разумного и научно обоснованного соотношения между тремя группами факторов (Природно-техногенные..., 2006).

Первая группа факторов - это вынужденное, неотвратимое и неизбежное воздействие человека на природную среду, изъятие из нее жизнеобеспечивающих ресурсов, без которых человек просто не может существовать. Формы и размеры изъятия могут значительно варьировать в диапазоне от бесконтрольно экстенсивного до весьма минимизированного на основе экономных и природоохраняющих технологий.

Одним из значимых форм изъятия природных ресурсов, наносящих огромное преобразование экосистем на определенной территории, прямо или косвенно воздействующее на состояние здоровья населения данной территории и требующее огромных затрат для поддержания или восстановления природных комплексов является недропользование.

При разработке месторождений полезных ископаемых природная среда в пределах горного отвода и прилегающей территории испытывает значительное воздействие, связанное с перераспределением русел рек и сбросами в поверхностные воды загрязненных потоков с участков горных работ и промышленных площадок; со снятием почвенно-растительного покрова; с загрязнением атмосферы выбросами при проведении буро-взрывных работ, при эксплуатации автотранспортной и мощной землеройной, погрузо-доставочной, скреперной техники, дизельных механизмов; размещением отходов производства, отвалообразованием, сдуванием мельчайших частиц с открытых поверхностей отвалов, хвостохранилищ и т.д.

Вторая группа факторов - это факторы поддержания здоровья населения той или иной экологической ниши – региона, бассейна или какого-то локального жизнеобитания человека.

Воздействуя на природную среду, общество создало новую (вторичную) окружающую среду, которая в ряде случаев значительно отличается от естественной среды. Даже самое незначительное нарушение равновесия экосистем усиливает дискомфортность среды обитания людей, затрудняет и замедляет возможность их адаптации к новым нелегким условиям жизни, вызывает нежелательную миграцию населения и даже различного рода эндемические заболевания или наследственные изменения в людских популяциях (Рагим-заде, 1985). Степень нарушения усиливается на Севере, в зоне многолетней мерзлоты, которая отличается большей хрупкостью и весьма малыми потенциалами к самоочищению и самовосстановлению. Неблагоприятный и зачастую даже опасный для организма человека характер

изменений в природе обусловлен тем, что люди еще не научились управлять качеством природной среды и обеспечивать динамическое ее равновесие.

Третья группа факторов - это факторы, обеспечивающие поддержание и сохранение самой природной среды тоже в некоем благополучном состоянии.

Общеизвестно, что в природных экосистемах устанавливается экологическое равновесие объектов природной среды.

Общие закономерности географии природных экосистем свидетельствуют о наличии эволюционных связей последних с зональными и высотно-поясными условиями среды.

Функциональная слаженность природных экосистем обязана глубоким адаптациям компонентов биоты друг к другу и к абиотической среде, которую они преобразуют в процессе функционирования. Именно эти адаптации определяют способность природных систем к саморегуляции и к возобновлению биоты (Исаков, Казанская, 1983).

В.В. Сочава (1978) придавал огромное значение изучению стабилизирующего начала геосистем, которое вместе с другими причинами определяется процессами саморегуляции. Он считал, что исследование механизма стабилизирующей динамики имеет большое практическое значение при управлении воспроизводством природных богатств. Саморегуляция и определяемое ею стабилизирующее начало – это важнейший фактор организации геосистем.

Новообразованные объекты географической среды и их классификация. Проведенный в ходе выполнения исследований краткий обзор работ по районированию территории Якутии (см. раздел 1.4 диссертации) показывает, что даже такие крупные территориальные выделения как Южная, Западная, Центральная Якутия и т.д. не имеют четкого географического определения. В прикладных экологических исследованиях выделяют лишь специализированные природные комплексы – эколого-почвенные (Саввинов, 2008), аласные (Аласные..., 2005), речные и бассейновые (Экология ..., 1992, 1993; Саввинов Д.Д... и др. 1996), и другие.

Отмеченное обстоятельство поставило нас перед необходимостью разработать представление о географо-экологических единицах, преобразующихся под воздействием недропользования, как специфических новообразованных объектах географической среды.

В географической литературе имеется много определений по классификации измененных или нарушенных человеческой деятельностью ландшафтов и экосистем. Некоторые исследователи под антропогенным ландшафтом понимают культурный или измененный человеком ландшафт, «в котором непосредственное приложение к нему труда человеческого общества так изменило соотношение и взаимодействие предметов и явлений природы, что ландшафт приобрел новые, качественно иные, особенности по сравнению с прежним, естественным своим состоянием» (Саушкин, 1951).

Ф.Н. Мильковым при обосновании промышленного класса ландшафтов (Мильков, 1973) был выведен принцип природно-антропогенной совместимости, смысл которого заключается в том, что все антропогенные ландшафты на всем протяжении своего развития подчиняются природным закономерностям. Однако, Л.Л. Розановым (2001) справедливо подчеркивается, что геотехноморфогенез, обусловленный хозяйственной деятельностью человека, в отличие от естественного (природного) геоморфологического процесса является относительно управляемым посредством техногенной составляющей.

Любая природная экосистема представляет собой единство растительного сообщества, биологически активного насыщенного органическим веществом плодородного слоя (почвы) и расположенного в нем микробно-фаунистического комплекса, трансформирующего растительные остатки (Восстановление ..., 2000). В данной системе главным внутрисистемным механизмом, объединяющим ее структуры, является оборот (обмен) органического, растительного материала и энергии. Нарушение этого механизма в результате внешнего воздействия путем изменения или уничтожения одной из структур (в первую очередь растительного сообщества) приводит к распаду системы как единого целого.

В районах интенсивных техногенных нарушений растительность представляет собой сложную систему антропогенных трансформаций природных и природно-антропогенных экосистем, находящихся на различных стадиях сукцессионного процесса. В этом случае, по мнению С.И. Мироновой (2000), целесообразнее добавить к понятиям С.М. Разумовского (1981) и И.Б. Кучерова (1995) «сукцессионные системы» эпитет «техногенные», как совокупность серийных сообществ, формирующихся в пределах природно-техногенного ландшафта, потому что естественные сукцессии, протекающие в этих районах, буквально тонут в антропогенных влияниях. Например, в условиях Южной Якутии растительность природно-техногенных ландшафтов формирует техногенные сукцессионные системы (ТСС), отличающихся между собой по характеру субстрата (отвалы пустых пород карьеров и рудников из грубообломочных материнских пород и дражные отвалы из осадочных пород более мелкого состава) и по уровню отвалов (верхний и нижний).

Г.Н. Саввинов (2007) на основании анализа хозяйственно-экологической эволюции Якутии за последние почти 400 лет с точек зрения почвоведения и экологии приходит к выводу, что природные экосистемы основных обжитых территорий республики преобразованы в природно-антропогенные. Автором обосновывается правомерность таксономической квалификации природно-антропогенной эколого-почвенной общности как агрогенные, техногенные и селитебные эколого-почвенные комплексы (ЭПК). Установлено возрастание устойчивости эколого-почвенных комплексов в южном направлении.

Деление на первобытные (естественные), измененные (преобразованные) или затронутые в разной степени (в некоторых работах с приведением процентных отношений), культурные ландшафты встречается в работах многих авторов, занимавшихся вопросами ландшафтной классификации (Калесник, 1955; Жекулин, 1961; Мильков, 1973; Исаченко, 1980; Техногенные ..., 1985 и др.).

А.Г. Исаченко вопрос об антропогенных ландшафтах считает достаточно сложным и дискуссионным (Исаченко, 1980). При этом он исходит от того, что как

бы сильно ни был изменен ландшафт человеком, он остается частью природы и полностью подчиняется ее законам. Человек не может отменить природные законы развития ландшафтов, он не может сгладить основные естественные различия между ландшафтами тундры и пустыни, гор и равнин, заливных полей и лесовых возвышенностей. Он видит основное отличие «новых» элементов ландшафта от природных в их неустойчивости. Всякий ландшафт, измененный человеком, менее устойчив, чем первичный ландшафт, ибо естественный механизм саморегуляции в нем нарушен. В то же время, автор приходит к выводу, что в отношении появления карьеров, оврагов и т.п. образований может употребляться понятие «антропогенный природный комплекс» с наименьшими натяжками.

По мнению О.Н. Толстихина (1990) при анализе изменений природной среды всегда приходится рассматривать не менее двух взаимосвязанных компонентов, образующих единую систему взаимодействия – природную основу системы и ее техногенное ядро (технологические, технические и инженерные средства, сооружения и комплексы) и предлагает полученное в результате образование назвать природно-техническими геосистемами (ПТГ).

Необходимо отметить, что в ландшафтном комплексе, как и в любой взаимообусловленной системе, изменение одного компонента незамедлительно отражается на всех других. Ф.Н. Мильков (1973) подчеркивает, что даже такой консервативный компонент ландшафта, как почва, меняется сравнительно быстро под влиянием преобразованной растительности. При этом он предостерегает от слишком широкой трактовки понятия антропогенного ландшафта, когда, например, некоторые авторы (Йогансен, 1970) относят к естественным ландшафтам лишь ледяные пустыни Антарктиды, Арктики, ледники горных стран, внутренние массивы тропических и таежных лесов, а почти все остальные ландшафты относят к категории антропогенных.

Ошибочными считаются и рассуждения о том, что основные зональные и азональные ландшафтообразующие факторы, такие, как геологический фундамент, солнечная радиация, циркуляция атмосферы продолжают действовать даже

в наиболее сильно измененных ландшафтах (Исаченко, 1967). Отдельные исследователи видят в качестве решающего фактора при преобразовании ландшафта геолого-геоморфологические условия (Солнцев, 1948, Видина, 1963). В первом случае, игнорируются изменения солнечной радиации и геологического фундамента в городских и промышленных ландшафтах. Типичные для горнопромышленных зон карьерно-отвалыные комплексы существуют, как и природные, неопределенно долго, и про них никак не скажешь, что это временные, преходящие нарушения естественных ландшафтов. Во втором случае, хотя очевидна огромная роль рельефа и геологического строения в обособлении урочищ, но это не дает право на недооценку роли биоты и других факторов в формировании ландшафта (Милюков, 1973).

По определению Ф.Н. Милюкова антропогенными ландшафтами следует считать как заново созданные человеком ландшафты, так и все природные комплексы, в которых коренному изменению (перестройке) под влиянием человека подвергся любой из их компонентов, в том числе и растительность с животным миром.

Аналогичная по сути трактовка дана в словаре-справочнике Н.Ф. Реймерса (Реймерс, 1990, стр. 262): «Ландшафт антропогенный – ландшафт, преобразованный хозяйственной деятельностью человека настолько, что изменена связь природных (экологических) компонентов в степени, ведущей к сложению нового по сравнению с ранее существовавшего на этом месте природного комплекса».

Если в естественных ландшафтах природные процессы саморегулируются или по А.В. Позднякову «самоорганизуются» (), то развитие антропогенных ландшафтов контролируется человеком или происходит длительный процесс изменений, в ходе которых данный ландшафт постепенно приобретает свойства саморегуляции. При освоении крупного месторождения полезного ископаемого, когда весь процесс строительства объектов предприятия и их эксплуатации длится десятки лет, преобразуемый ландшафт занимает значительную горизонтальную и

вертикальную размерность наступление начала самоорганизации природной системы может быть отложен на длительный срок.

В этот период у антропогенных экологических комплексов утрачиваются в значительной степени способность к саморегуляции и к восстановлению биоты и данные системы не представляют собой самостоятельные системы, а являются лишь частью крупных производственных комплексов, включающих в себя ряд других подсистем (Исаков, Казанская, 1983). Такие образования слагаются неустойчивыми комплексами живых организмов, часто слабо связанных между собой, деятельность которых контролируется и направляется человеком. Возобновление основных компонентов их биоты и регулярное повторение биологических циклов возможно лишь при условии активного участия человека. Например, при проведении рекультивационных работ на нарушенных недропользованием землях.

Необходимо отметить, что нарушения природных связей на небольшом локальном участке влечет за собой, подобно цепной реакции, изменения сложившегося веками природного равновесия на соседних территориях (Моторина, 1985). Явление передачи изменений природными силами на значительные расстояния из одного региона в другой некоторые авторы называют «географо-экологическими трансмиссиями» (Залетаев, 1988). Примером данного явления в условиях Якутии может быть присутствие продуктов техногенного загрязнения за счет трансрегионального рассеяния выбросов Норильского горно-металлургического комбината в депонирующих элементах экосистем Западной Якутии на общей площади свыше 650 тыс. км² (Макаров и др., 1990; Ягнышев и др., 2005).

По своим масштабам природно-техногенные системы могут занять значительные территории и подразделяются на региональные, территориальные и локальные (Прозоров, Экзарьян, 2000).

В условиях Севера не всегда удастся контролировать и предугадать развитие опасных природных явлений и процессов, связанных с реакцией многолетнемерзлых пород на изменения устоявшегося температурного режима в результате

снятия, например, почвенно-растительного покрова, вырубки леса, раскорчевки, изменения русла водотоков, альбедо снежного покрова и других мероприятий связанных с недропользованием. На фоне, других сопутствующих добычу минеральных ресурсов воздействий, происходит переформирование природно-техногенного комплекса от одного вида к другому, или как описывает Б.И. Кочуров (1999) ситуация развивается от одной стадии к другой в результате сумматативного и кумулятивного эффекта, увеличения антропогенной нагрузки, появления новых видов нагрузок, наложения на существующую ситуацию другого внешнего фактора. Он при этом приводит следующий рискологический ряд: экологическая ситуация → опасность → риск → экологическая ситуация, т.е. с каждой стадией развития горных работ формируется совершенно другая ситуация, или следующая стадия природно-техногенной системы.

Таким образом, в результате длительной хозяйственной деятельности человека на определенной территории влияние техногенного фактора может быть столь существенно, что на месте сравнительно однородных природных ландшафтов образуются значительно различающиеся между собой природно-техногенные комплексы. При этом в некоторых работах (Экология, 1991) за природно-промышленную систему более высокого ранга принимают природно-промышленный комплекс (ППК), в которую в общем случае включаются промышленные объекты и предприятия, в ведении которых находятся сельскохозяйственные, рыбохозяйственные, лесные и другие угодья, входящие в состав экологической системы ППК. Вместе с тем даже на уровне природоохранного законодательства нет четких границ в определении основных терминов, понятий, относящихся к характеристике как природных, так и образованных или трансформированных в ходе производственной деятельности образований.

Например, в Федеральном законе «Об охране окружающей среды» (редакция 2002 г.) содержатся формулировки следующих понятий (гл. I, ст. 1): «окружающая среда», «природная среда», «компоненты природной среды», «природный объект», «природно-антропогенный объект», «антропогенный объект», «есте-

ственная экологическая система» и «природный комплекс», а также целый ряд других. При этом, в тексте закона, во-первых, содержание понятий или не раскрывается полностью (дано слишком кратко), или же одно понятие определяется через другое, тоже являющееся «недоопределенным».

Скажем, «природный объект – это естественная экологическая система, природный ландшафт и составляющие их элементы, сохранившие свои природные свойства» (гл.1, ст.1 ФЗ № 7-ФЗ от 10.01.2002 г.). Но под данное же определение подходят приводимые здесь же в законе и природный комплекс, и природный ландшафт. Здесь нет четкого различия между «компонентами» и «элементами», между определениями «окружающая среда» и «природная среда» и т.д.

В работе (Белан, 2007) под геоэкологическими основами природно-техногенных экосистем горнорудных районов понимается комплекс природных и техногенных факторов, сформировавшихся в течение длительного периода геологического развития и антропогенного преобразования окружающей среды, особенности которых влияют на состояние биоты. Граница природно-техногенной экосистемы соответствует глубине проникновения в литосферу воздействия техногенных факторов.

С учетом изложенного, нами (Природно-техногенные..., 2006) под ***природно-техногенными экосистемными комплексами (ПТЭСК)*** понимаются ***природные комплексы, испытывающие интенсивное воздействие горнопромышленного производства и сопутствующих ему хозяйственных отраслей*** - энергетики, транспорта, включая и селитебное, т.е. социально-экономическое воздействие. Данное понятие четко указывает на ведущий фактор их трансформации – «техногенез».

К территориям, где развивается горное предприятие, относятся как участки разрабатываемого месторождения полезного ископаемого, где идет непосредственно добычная работа, так и зоны занятые обогатительным, энерго и тепло-снабжающим комплексом, складскими, ремонтными и другими обеспечивающими предприятие хозяйственными структурами, участки размещения отвалов пу-

стых пород, хвостохранилищ и других отходов производства и потребления. Вблизи многих горно-обогатительных комбинатов располагаются временные или постоянные населенные пункты и объекты их жизнеобеспечения. Так как, данный сложный горнодобывающий объект размещается в разнообразных техногенно преобразуемых ландшафтах, то их обобщенно можно отнести к природно-техногенным экосистемным комплексам (ПТЭСК).

Ранг (размер) таких комплексов может колебаться в широких пределах - от значительного по площади речного бассейна (первые десятки – первые тысячи квадратных километров) до сравнительно локального участка речной долины, водораздельно-плакорной поверхности или отдельного урочища размерами до 1000-1500 квадратных километров.

Природная составляющая данного комплекса будет представлена всеми компонентами наземной и водной экосистем, которые включает ландшафт территории размещения объектов и зоны косвенного влияния хозяйственной деятельности предприятий ПТЭСК.

При этом функционирование и развитие новой экологической системы в пределах ПТЭСК определяется как природными условиями, так и характером и глубиной влияния производства на абиотическую и биотическую компоненты окружающей среды. То есть зависят от интенсивности нарушения и загрязнения недр, почв, водного и воздушного бассейнов; изменения пространственной и видовой структуры и продуктивности живых организмов, фито-, зоо- и микробиоценозов, функционирующих в пределах данного комплекса.

Наиболее интенсивное воздействие на природные экосистемы наблюдается на участках ведения горных работ. Специфику природно-техногенных комплексов в горно-промышленных ландшафтах и направления их развития обуславливают главным образом геологические условия месторождения, технология разработок и зонально-климатические особенности.

Стадийность развития природно-техногенных экосистемных комплексов. Природно-техногенная экосистема начинает формироваться при любом спо-

собе разработки в начальный период освоения месторождений (геологоразведочные работы, проходка вскрышных выработок, монтаж горного и обогащенного оборудования, строительство сопутствующей инфраструктуры) (Иванов, 2008). На этой стадии в зависимости от рельефа, горнотехнических условий местности в пределах горного отвода преобладание природной составляющей преобразуемой экосистемы может быть значительной. Воздействие на близлежащие территории ограничивается самыми первыми километрами от границ земельного отвода (табл. 3.1).

В некоторых случаях между первым этапом и последующим развитием горных работ может наступить и некоторая временная задержка, связанная с организационными, экономическими и др. издержками. За это время преобразованный ландшафт может успеть и зарастить растительностью, вплоть до появления зарослей древесных видов.

Таблица 3.1

Основные стадии развития природно-техногенных экосистем

Этапы освоения месторождения	Изменения природной среды	
	В пределах горного отвода	На прилегающей территории
Начальный этап: Прокладка дорог; проходка вскрывающих выработок; строительство инфраструктуры	Преобладание природной составляющей; Незначительные превышения некоторых микроэлементов в природных средах. Начало деградации почвенно-растительного покрова	Изменения касаются первых километров
Этап полного развития: Увеличение объемов добычи и переработки; Использование полной производственной мощности горной техники	Преобладание техногенной составляющей (горные выработки, отвалы, инженерные сети, вахтовые поселки); Полное преобразование рельефа, развитие термоэрозионных явлений; Загрязнение атмосферы выбросами при БВР, горной техники, котельных; Превышение ПДК некоторыми тяжелыми металлами в воде, почвенном покрове, тканях растений, мелких млекопитающих; естественная растительность наблюдается только на небольших участках	Изменения наблюдаются до десятков километров; Загрязнение снежного покрова продуктами выбросов; Пожары, вырубки леса, захламление отходами, мусором; Изменения состава природных; Нарушения условий нереста ценных рыб; Изменения условий обитания, снижение численности животных, браконьерство. Возможно косвенное воздействие на населенные пункты
Завершающий этап: Сокращение объемов добычи и переработки горной массы	Наращивание объемов рекультивации; Постепенное улучшение состава природных вод; Признаки зарастания растительностью на некоторых участках	Постепенное улучшение состава природных вод; Восстановление растительного покрова

Например, разведочные работы на Эльконском ураново-рудном районе проводились в 60-х годах прошлого столетия, а строительство ГОКа и начало разра-

боток планируется только в 2013-14 годах и окрестности штолен, промплощадок, кроме отвалов пород успели зарости, тем не менее преобразованный ландшафт имеет все основные параметры природно-техногенных комплексов (наличие отвалов, заброшенные штольни, скважины, оставленные жилые помещения, отличный от естественного растительный покров и т.д.).

По мере нарастания горных работ, объема перерабатываемых пород и руды, увеличения состава используемой техники расширяются границы трансформируемых ландшафтов, возрастает и степень воздействия предприятия на прилегающую территорию.

На территории горного отвода почти полностью уничтожается почвенно-растительный покров, значительные площади занимают под отвалы горных пород, хвостохранилища, горные выработки, различные транспортные, инженерно-технические сети, линии электропередач, ремонтные базы, заправочные станции и вахтовые поселки. На этой стадии максимально проявляются особенности многолетней мерзлоты: термокарстовые явления, морозное пучение пород, наледообразование, термоэрозия, солифлюкция и т.д. На изменение биогеохимического состава почвенно-растительного покрова, природных вод влияют пылегазовые выбросы при буровзрывных работах, при эксплуатации горной техники, обогательных, дробильно-сортировочных устройств, котельных, при выносе пыли с обнаженных площадей и отвалов пустых пород.

Масштаб и степень деградации прилегающей территории зависит от размеров горного отвода, производственной мощности предприятия, применяемой технологии и техники, объемов выбросов и сбросов, организации труда, реализуемых в ходе производственной деятельности мероприятий по охране окружающей среды, объемов природовосстановительных мер.

На стадии сокращения производства, объемов добычи нагрузка на природную среду снижается, на отработанных участках месторождения начинают проявляться первые признаки зарастания растительностью, гидрохимический и микроэлементный состав водотоков постепенно улучшается.

Однако, техногенная нагрузка на природную среду не прекращается и после полной остановки горных работ и ликвидации производства. Например, в Алданском районе потенциальным источником экологического воздействия остается хвостохранилище Лебединской ЗИФ. Геохимическими опробованиями участка расположения хвостохранилища, проведенными через 4-5 лет после прекращения работы фабрики, фиксировался довольно широкий спектр опасных для природной среды микроэлементов и химических соединений, включая следы цианистого натрия.

Длительность вторичного загрязнения природных сред, зависит от самовосстановительной способности данного ландшафта и вложенных в рекультивационные мероприятия средств, полноты и качества их проведения.

Таким образом, на развитие природно-техногенных экосистем при разработке месторождений полезных ископаемых и на их площади могут оказать влияние следующие факторы (рис. 3.1):

- географические и горно-технические условия расположения месторождений (климатические факторы, особенности рельефа, мерзлотные процессы, глубина залегания и запасы полезного ископаемого, физико-химические свойства полезных компонентов и вмещающих пород);
- способ и система разработки (открытый, подземный или комбинированный способы, различные технологии разработок;
- технология обогащения;
- производственная мощность предприятия;
- сроки освоения месторождения;
- устойчивость ландшафтов к техногенным воздействиям;
- лесосводка в пределах земельного отвода и на прилегающих территориях;
- механические нарушения почвенно-растительного покрова.



Рисунок 3.1. Основные факторы, влияющие на образование природно-техногенных экосистем

3.2. Особенности формирования природно-техногенных экосистемных комплексов при разработке россыпных месторождений

Россыпные месторождения в Якутии разрабатываются в основном на севере, востоке и юге республики (рис. 1.1).

Россыпные месторождения северной Якутии. На севере алмазоносные, золото и оловосодержащие месторождения располагаются в тундре и лесотундровой подзоне тундры (Эбеляхское, Маятское месторождения алмазов, Куларское месторождение золота, месторождения россыпей олова Тенкели, Тирахтах, Омчикандя, Суор, Озерное, Мамонт и др.) и в подзоне северотаежного редколесья тайги (месторождения золота по бассейну р Индигирка).

Большинство россыпных месторождений Северной Якутии отрабатываются открытым способом с бульдозерной технологией вскрыши и добычи. На более

крупных по параметрам и запасам месторождениях применяется экскаваторно-автотранспортный способ отработки, включающий комплекс из шагающих экскаваторов типа ЭШ-5/45, ЭШ -10/70, ЭКг-5 и автосамосвалы БелАЗ-540, 548. Промывка песков осуществляется на промприборах различной модификации и производительности.

На обводненных месторождениях (например, карьер «Крайний» ГОКа «Депутатский») использовалась гидравлическая вскрыша торфов с использованием землесосов ЗГМ-2М.

Некоторые сравнительно глубоко залегающие россыпные месторождения золота и олова отрабатывались подземным способом. Например, при разработке месторождения «Тирыхтах» был организован участок подземных работ, где применялась камерно-лазная система, с оставлением межкамерных целиков (Состояние ..., 2000).

Анализ геоэкологических, горно-технических условий разработки россыпных месторождений Северной Якутии показал следующее.

Покрывающая толща мерзлых рыхлых отложений россыпей представлена в основном песчано-глинистыми породами с включением гравийно-галечного материала и характеризуется наличием порового льда и ледяных жил (повторно-жильных льдов). Наличие льда во вмещающих породах обуславливает слабую устойчивость к механическому воздействию и приводит в теплое время года к широкому развитию термокарстовых и термоэрозионных процессов (Саввинов и др., 2000).

Так, например, в междуречье рр. Биллях-Анабар, где отрабатывается алмазосодержащая россыпь, ярко выражен пятнисто-бугорковатый с хорошо обозначенным мерзлотным растрескиванием криогенный микрорельеф. Льдистость в пойме руч. Биллях и нижних частях пологих склонов достигает до 40,1% (Легостаева, Саввинов, 2002). Почвы характеризуются низкой устойчивостью к химическому загрязнению, которая обусловлена их высокой сорбционной способностью, связанной с грубоперегнойным характером гумуса и пропитанностью органикой

всего почвенного профиля, преобладанием илистой фракции, высокой влажностью почв и слабокислым характером pH. Авторами отмечается локальное химическое загрязнение почв промышленной площадки и территории вокруг до 500 м вниз по течению ручья.

Наибольшее негативное воздействие открытая разработка россыпных месторождений на севере Якутии оказывает на поверхностные водные объекты, что объясняется как техногенным фактором, так и природными особенностями региона.

Ледовый комплекс четвертичных отложений Яно-Омолуйского междуречья, где многие годы добывалось россыпное золото ГОКом «Куларзолото» характеризуются высокой льдистостью с относительно большой мощностью до 30-35 м (Григорьев, Зобачев, 1991). Подземные льды на данной территории представлены в основном повторно-жильными льдами, глубина залегания которых варьирует от 0,5 до 2,5 м от поверхности. Разрушение почвенно-растительного слоя при горных работах являются решающим фактором развития различных форм развития термоэрозионных процессов в данных условиях. Попятная термоэрозия по жильным льдам от колеи гусеничного транспорта вблизи руслоотводных канав развивается с огромной скоростью, составляющей до 1-2 м в сутки (Григорьев, Зобачев, 1991).

Россыпные месторождения в междуречье обычно располагаются вблизи тальвегов ручьев или в нижних частях террасовалов. При их освоении на бортах карьеров и различных выработок (руслоотводных канав, траншей и т.д.) обнажаются высокольдистые мерзлые породы. В результате развития термоденудационных процессов в летнее время бровки откосов отступают со скоростью от 3 до 30 м в год, что обусловлено вытаиванием жильных и текстурообразующих льдов, составляющих от 60 до 90% объема всей породы (Григорьев, Зобачев, 1991). Подобный процесс характерен и для отвалов льдонасыщенных пород, где наряду с выколаживанием откосов происходит просадка поверхности до 5 м в год.

Приведенные явления термоэрозионных и термоденудационных процессов способствуют попаданию огромной массы тонких взвесей в гидросеть и во много раз увеличивают площадь негативного воздействия горного производства на природную среду. При этом твердый сток за счет «техногенных» взвесей увеличивается по сравнению с природным фоном на 1-3 порядка (Григорьев, Зобачев, 1991).

В связи с использованием значительных объемов воды для технических целей, поступлением загрязненных вод с промплощадок естественная мутность водотоков увеличивается ниже отрабатываемых месторождений на несколько порядков. По данным приведенным А.В. Цыганковым (1994) и Д.Д. Саввиновым с соавторами (2000) по результатам комплексных экологических исследований 1991-92 гг. района деятельности Депутатского ГОКа в сезон промывки песков в притоки р. Хрома, а, в конечном счете, и в саму реку сбрасывалось около 12 г/л взвешенных веществ. В состав сбросов (результаты рентгенофазовых анализов Института геологических наук СО РАН) входят кварц, полевые шпаты, гидрослюда, каолинит, монтмориллонит и др. минералы. Загрязнение воды в реке и в связанных с ней озерах негативно отразилось на составе гидробионтов в них, разрушили кормовую базу рыбных ресурсов, привели к сокращению нерестовых участков, ухудшению условий развития оплодотворенной икры, газового режима водоемов. В результате за 15 лет деятельности ГОКа в р. Хрома из известных 14 видов рыб исчезли 4 (гольян, речная минога, щука и хариус), промысловый лов ценных видов (сиг, чир) практически прекратился (Цыганков, 1994; Саввинов и др., 2002; Соломонов, 2002) и водоем высшей категории был выведен из рыбохозяйственного фонда.

В связи с тем, что содержание повторно-жильных льдов характерно для всей территории зоны тундры и лесотундры (например, на северных предгорьях хребта Кулар ПЛЖ составляет 71% объема всей породы, на Яно-Индигирской низменности увеличивается до 76%) можно экстраполировать описанную картину техногенного воздействия и на территории разработок россыпных месторождений по бассейну р. Индигирка.

Таким образом, разработки оловоносных россыпных месторождений в лесотундровой зоне за сравнительно небольшой срок привели к значительной деградации экосистем и образованию локальных природно-техногенных экосистемных комплексов. Основной особенностью природно-техногенных экосистемных комплексов на севере Якутии при разработке россыпных месторождений является бурное развитие термоэрозионных явлений при разрушении почвенно-растительного слоя при всех стадиях горного производства. Наиболее серьезные изменения происходят в составе водных объектов, в почвенно-растительном покрове, требуют решения вопросы минимизации термоэрозионных процессов, связанные с наличием ледяных жил в бортах горных выработок, карьеров и рекультивация отвалов пустых пород.

Россыпные месторождения Южной Якутии. Разработка россыпных месторождений золота здесь ведется с 20-х годов прошлого столетия (см. глава 1).

В настоящее время в связи с исчерпанием запасов россыпей основной объем добычи перешел на рудные месторождения. На территории Алданского района отрабатывается месторождение погребенной россыпи р. Большой Куранах (рис. 3.2), и несколько более мелких россыпей разрабатываются в Нерюнгринском районе.

При подготовке дражного полигона работы по вскрытию россыпи осуществляются бульдозерами. Основной объем работ выполняется по талым торфам с естественной оттайкой или рыхлением. Обычно, вскрытие опережает дражные разработки на 2-3 года, что позволяет лучше осушить торфа, что оправданно как с технологической, так и с экологической стороны, т.к. удаление на большой площади верхнего слоя наносных отложений сложенных тонко- и мелкозернистыми породами значительно уменьшает засоренность воды полигона взвешенными дисперсными частицами. В результате при работе драги сокращаются ее простои, повышается извлечение металла и уменьшаются промстоки.

Торфа складировются на оба борта полигона в виде отвалов высотой до 15 м.

Используется параллельная система бульдозерной вскрыши с устройством пологого выезда по всей длине вскрываемого полигона. Выемка пород вскрыши и их перемещение осуществляется параллельными заездами перпендикулярно оси полигона.



Рисунок 3.2. Вид долины р. Большой Кураных
на участке разработки погребенных россыпей

Затопление вскрышных участков производится путем сооружения водоподъемных дамб, возводимых поперек участка и примыкающих к вскрышным отвалам. Этот способ вскрытия облегчает последующее осветление сточных вод, т.к. образующиеся у плотин водоемы используются как пруды-водоотстойники.

В узких долинах рек шириной до 200-300 м драга движется вдоль русла, а вскрыша торфов производится на борта. В широких долинах шириной 300-800 м драга передвигается поперечными ходами.

В результате разработок россыпей в Центральном-Алданском промышленном районе (ЦАР) по руслам рек Орто-Сала, Селигдар, Большой Кураных сформировался вполне определенный антропогенный рельеф с полным уничтожением и разубоживанием естественного почвенно-растительного покрова в пределах разрабатываемых месторождений (Гончаров, 1987). Площади дражных полигонов и отдельных разработок оценивается примерно в 45-50 км². Днища долин рек Селигдар - Б. Кураных в пределах этой территории изменены при разработке россыпей драгами на 79,1 %. Долина рек Дэлбэ, Слиглэлиир нарушена отработками россыпных месторождений на 27,7% (Природно-техногенные..., 2006).

В принципиальном виде общая картина нарушенных долинных ландшафтов представляет собой сочетание участков с относительно неизменным рельефом и участков с новообразованным техногенным рельефом. В долинном ландшафтном комплексе наименее нарушенными являются склоновые и водораздельные ландшафтные фации. Наиболее низкие гипсометрически уровни днища долин, в пределах контуров с кондиционными содержаниями золота, почти полностью «перепаханы» дражными ходами. Между дугообразными выкладками галечно-обломочного материала от промытой горной массы остаются заполненные водой «пазухи», различные технологические перемишки, целики и т.д. Весной «пазухи» пополняются паводковыми водами с заносимым биогенным материалом. Как правило, эти остаточные локальные водоемы сообщаются многочисленными скважинными и трещинными водопроницаемыми стоковыми системами с подземными и русловыми водами, т.е. находятся в активном гидродинамическом водообмене с прежним руслом реки, трансформированном дражными разработками.

Галечные отвалы представляют собой наиболее крупно фракционные отходы обогатительного цикла, применяемого на драгах и на других гидромеханических промывочных устройствах, обычно используемых при добыче золота из россыпей. Характерной технологической и экологической особенностью разработок россыпных месторождений является тот факт, что преобладающая часть

дисперсно-обломочного материала речных долин не удаляется за пределы своего первичного геологического местонахождения, а лишь сепарируется на гранулометрические фракции, оставаясь практически на месте своего прежнего залегания.

Это весьма существенная особенность горнодобычного процесса при разработке россыпей. Горное производство при добыче золота из россыпей и в экономическом смысле, и в силу своей технологической специфичности заинтересовано в перемещении перерабатываемой горной массы («песков», «торфов» и др.) на минимально возможное расстояние. За пределы разрабатываемого геологического блока с запасами золота (горного полигона) удаляется лишь некоторое количество взвешенных частиц (мельче 0,1-0,01 мм) и глинистого материала, не успевающего осесть до сброса отработанных вод в основную гидросеть. Различные технологические усовершенствования (использование оборотного водоснабжения, отстойников - осветлителей) могут очищать сбрасываемые в речную сеть воды до уровня, не превышающего естественную мутность водотоков в моменты обычных паводков.

Бортовые и присклоновые участки речных долин несут следы техногенных нарушений несколько иного рода. Чаще всего они служат местами для выкладки отвалов «торфов» (если приходится «подвскрывать» разрабатываемый участок россыпи), для прокладки временных технологических путей, линий электроснабжения и т.д.

Таким образом, нарушения горно-долинных ландшафтов при разработке россыпей в экологическом отношении не сопровождаются привнесом в нарушаемые экосистемы инородного геологического материала, либо удалением из них компонентов, имеющих жизненно важное биогеохимическое значение для дальнейшего существования экосистем. Из экосистем частично удаляется лишь «взвешенно-мутьевая» составляющая аллювия, а остальной обломочный материал лишь «перелопачивается», т.е. пофракционно сепарируется практически на месте своего первичного геологического залегания.

На дражных разработках образуются такие элементы техногенного рельефа, как дражные отвалы и выемки (“пазухи”), их комплексы и системы (рис. 3.3). Они относятся к прямым нарушениям природной среды и соизмеримы с такими элементами естественного рельефа, как террасы, ложбины стока, мелкие распадки (Рекомендации..., 2001).

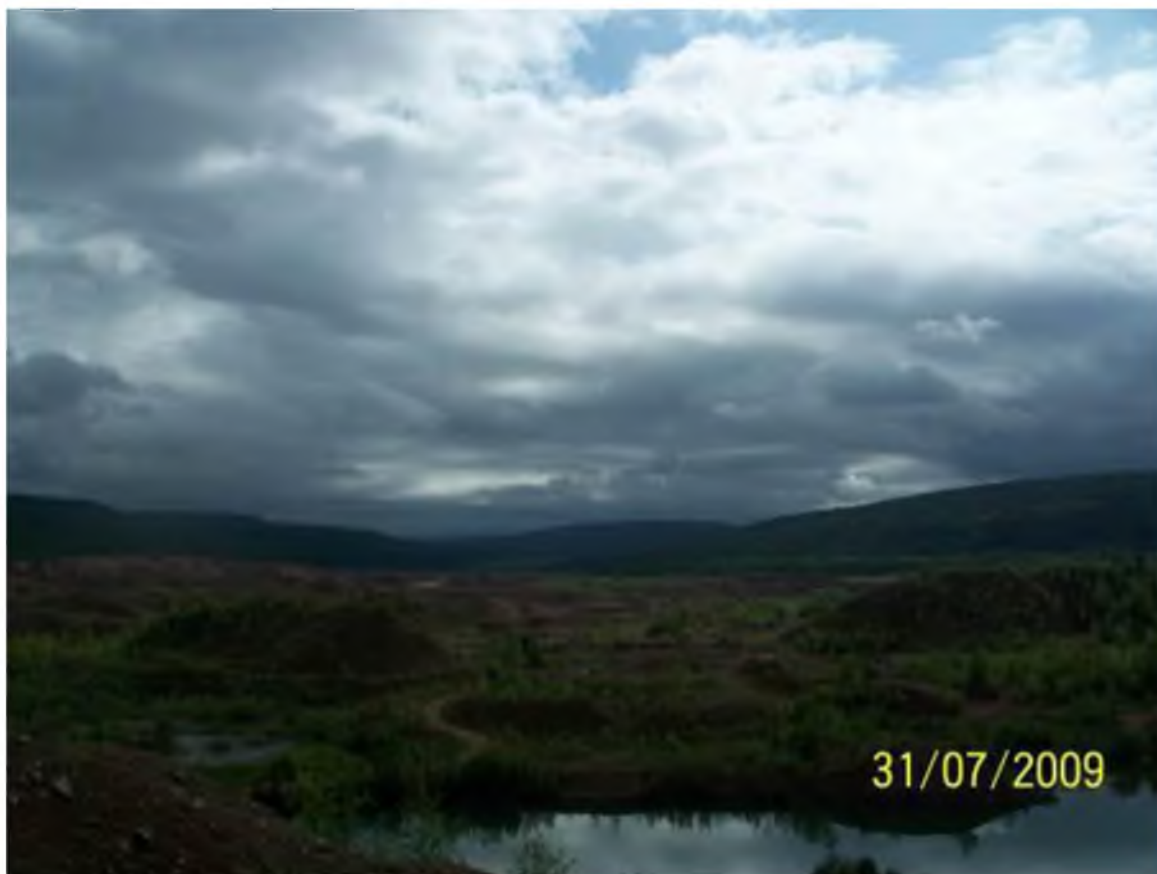


Рисунок 3.3. Общий вид долины р. Большой Куранах
после дражных разработок

Количественно техногенный рельеф характеризует степень прямого нарушения, определяемую глубиной залегания продуктивного пласта песков (карьерные разработки) или высотой отвалов. Площадь прямых нарушений равна площади участка разработки россыпи с прилегающими участками отвалообразования.

Речные долины представляют собой сложную парагенетическую систему ландшафта, состоящую из речного русла, поймы, надпойменных террас и коренных склонов. Разнородность структурных частей долинно-речной системы предопределяет разнообразие ее ландшафтных комплексов. Повышенной

биологической продуктивностью среди них отличается пойма. Вместе с тем, в данных долинах, при дражном способе разработки, сильно изменились пойменные и надпойменные комплексы. Здесь наибольшему преобразованию подверглись (Рекомендации..., 2001):

- 1) почвенно-растительный покров - полностью уничтожен;
- 2) мезо- и микрорельеф – изменен в значительной степени;
- 3) поверхностные отложения удалены или перемещены.

Разработки россыпей дражным способом коренным образом изменяют мерзлотно-гидрогеологическую обстановку речных долин. Уничтожение почвенно-растительного покрова приводит к активной инфильтрации атмосферных осадков. В редких случаях на участках отвалов с многолетнемерзлыми породами происходит формирование техногенных таликовых зон. Значительная высота отвалов и их крутизна способствуют смыву мелкоземных фракций во время снеготаяния и летних дождей, что осложняет регенерацию почвенного и растительного покрова на техногенных ландшафтах (Рекомендации..., 2001).

При разработки россыпных месторождений с использованием дражной технологии почва как компонент биогеоценоза на техногенных ландшафтах отсутствует, несмотря на давность разработок (43-56 - и более лет) (Тарабукина, 1996). Необходимо отметить, что почвы долинных комплексов наиболее уязвимы при техногенном воздействии по сравнению с водораздельными, что обусловлено преобладанием суглинистого характера почв, относительно большей льдистостью. Нарушение почвенного покрова здесь носит характер катастрофической сукцессии и почвы как генетические образования разрушаются полностью. Главная особенность отработанных дражных полигонов – отсутствие или незначительное содержание мелкоземного субстрата (0,1-11,0%). Бедность мелкоземных фракций элементами питания гумуса (0,02-0,5%, азота-0,04-0,08%), значительная высота отвалов, своеобразный жесткий гидротермический режим создают определенные трудности для поселения растений на дражных ландшафтах (Природно-техногенные ..., 2006).

На техногенных ландшафтах после дражных разработок значительно изменяется геохимический состав пород. Отмечается комплексное загрязнение пород отвалов токсичными элементами, фиксируется стронций, отсутствующий в ненарушенных почвах. В мелкоземных субстратах отвалов отмечаются концентрации свинца, цинка, превышающие ПДК в 3 раза, никеля, титана в 1,5 раза выше ПДК (табл. 3.2).

Таблица 3.2

Содержание тяжелых металлов в почвах и мелкоземе пород отвалов
(мг/кг абсолютно сухой почвы)

Глубина, см	Ti	V	Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	Sr	Pb
Контроль 3. Разрез 1										
3-9(15)	3000	50	7	100	-	10	5	-	100	5
9(15)-23(25)	2000	30	7	300	-	10	7	-	200	5
23(25)-43	5000	50	100	300	20	30	10	-	100	10
43-52	7000	50	20	500	-	50	10	-	100	10
Контроль 4. Разрез 2										
0-10	4000	70	10	250	-	10	6	-	100	10
10-21	3000	50	20	200	-	10	5	-	100	10
21-57	4000	50	20	400	5	30	5	-	100	10
57-67	5000	70	70	500	10	50	7	-	100	25
67-110	5000	70	50	500	10	30	7	-	200	30
26-летний отвал. Разрез 13										
0-0,5	7000	50	200	700	-	30	10	-	100	20
0,5-5	5000	30	10	500	-	50	10	-	100	20
5-15	5000	50	20	100	-	20	7	-	100	10
26-летний отвал. Вскрышные породы. Разрез 10										
3-5	2000	70	20	500	7	20	20	-	100	10
5-12(16)	5000	50	10	300	-	30	20	70	100	10
28-48	7000	50	20	500	7	50	20	70	100	20
48-60	5000	50	30	500	10	30	20	-	100	30
44-летний отвал. Разрез 15										
0-10	7000	70	30	700	10	50	20	300	100	20
10-37	7000	50	30	300	10	50	20	70	100	10
56-летний отвал. Разрез 19										
0-5	7000	100	30	2000	10	50	20	100	200	20
5-10	7000	100	50	700	20	70	30	100	100	30
Хатыстыр. Капустное поле										
0-5	5000	100	50	500	10	20	10	100	100	10
10-20	7000	70	50	500	7	100	20	-	100	7
20-30	7000	70	50	500	20	50	7	70	200	10

Вокруг дражных отвалов образуется ореол рассеяния химических элементов. И как следствие, в ненарушенных почвах, прилегающих к району золотодо-

бычи территорий, обнаружены значительные концентрации мышьяка, титана, ванадия, цинка, превышающие их фоновые показатели (Тарабукина, 1996).

При отсутствии рекультивационных работ отвалы образованные после дражной добычи золота на долгие годы остаются «голыми», ухудшая экологическую обстановку и на смежных территориях. Так, например, нами установлено (Миронова, Иванов, Тарабукина, Кудинова, 2010), что в почве капустного поля в пос. Хатыстыр (в пределах 20 км от дражных полигонов) содержание титана в 1,5 раза выше ПДК, ванадия, цинка на уровне 1 ПДК. Загрязнение вызвано через полив водой из реки Алдан, куда по естественным водотокам попадают техногенные потоки с химическими элементами-токсикантами.

Таким образом, при освоении россыпных месторождений золота к основным видам деградации почвенного покрова криолитозоны относятся: механическая, физическая, химическая, техногенная эрозия, геохимическое загрязнение и мерзлотно-гидрогеологическое нарушение. При открытых разработках полезных ископаемых нарушение почвенного покрова носит катастрофический характер, когда почвы как генетические образования разрушаются полностью.

На различных элементах техногенного рельефа восстановление растительности имеет свои особенности. Интенсивность и ход зарастания зависят от условий экотопов. Ведущим фактором, лимитирующим возобновление растительности, является гранулометрический состав субстратов.

Основными показателями устойчивости растительного покрова являются видовая насыщенность (видовой состав) и проективное покрытие травостоя, а также обилие древесно-кустарниковых видов.

На дражных отвалах Южной Якутии в зависимости от состава вскрышных пород заселение единичных сорных растений (иван-чай, марь, полынь, пижма, осот и др.) наблюдается уже с первых лет после нарушения, причем пионерные виды и группировки быстро сменяются более устойчивыми сообществами

лугового типа. По старым руслам рек на 40-летних отвалах произрастают сообщества кустарников из чозении, ивы, тополя (Природно-техногенные ..., 2006).

Исследования месторождений золота Алданского района показали, что процесс самозарастания дражных отвалов идет намного быстрее, чем на севере и востоке Якутии, установлена следующая закономерность, представленная в виде табл. 3.3.

Таблица 3.3

Закономерности развития растительности на дражных отвалах
(Рекомендации..., 2001)

Типы дражных отвалов	Состав пород	Растительность
Галечные отвалы - крупновалунно-глыбовые гряды	очень мало мелкоземной фракции – 0,3%. Очень низкие химические показатели – гумуса 0,1%, азота – 0,02%, фосфор и калий отсутствуют.	Единичные экземпляры пионерных растений (Иван-чай, марь белая, полынь монгольская, подрост ив, чозении, березы и т.д.). Проектное покрытие 0-5%; Число кустарников и древесных пород – менее 400 шт/га; Процент зарастания отвала – < 10%;
Валунно-галечниково-гравийные отвалы	Мелкозем - 5-10 %; содержание крупных камней (диаметром > 10,7,5 мм) до 50-75%. В суглинистых и супесчаных породах отмечается накопление элементов питания (гумуса до 0,6-0,9%, азота до 0,04%);	Начальная стадия сукцессии – сорно-разнотравные и полынно-иван-чаевые группировки; проективное покрытие - 5-25%; Количество кустарников и древесных пород – 400-2000 шт/га; процент зарастания - 10-30%
Эфельные отвалы с примесью вскрышных пород	Больше доли вскрышных пород. Мелкозем до 10-30%, в 20-см слое не менее 7-10%; гумуса – до 2,3-3,7%, азота – до 0,20-0,40%.	Пионерные и многолетние более устойчивые группировки и сообщества (иван-чай, полынь монгольская, вейник Лангсдорфа, хвощ полевой, клевера и донник). Проектное покрытие >25-50%; Число кустарников и древесных пород – 2000-10000 шт/га; процент зарастания - более 50%.

При этом интенсивность зарастания зависит от содержания мелкозема в составе слагающих отвал пород, их химических показателей.

3.3. Образование природно-техногенных экосистемных комплексов при разработке рудных месторождений

В Якутии разрабатываемые в настоящее время рудные минеральные ресурсы представлены месторождениями золота, олова и алмазов (кимберлитовые трубки).

Освоение крупных золоторудных месторождений «Кучус», «Нежданинское» требуют огромных затрат из-за отсутствия инфраструктуры, геоэкологических сложностей залегания, геохимического состава руд и вмещающих пород. На месторождении «Нежданинское» проводилась отработка небольшого блока подземным способом, однако, в связи с нерентабельностью и вышеназванных сложностей добыча руды прекращена. Основная нагрузка на экосистемы при разворачивании горных работ на данных месторождениях будет связана с геохимическим загрязнением прилегающих территорий и водотоков различными микроэлементами, в том числе высокотоксичными мышьяком, таллием и т.д.

Добыча оловорудных месторождений «Западная» и «Тирыхтях» осуществлялись подземным способом, который отличается незначительным воздействием на экосистемы. Техногенные преобразования ландшафтов при этом ограничиваются пределами горного отвода и выражаются обустройством промышленной площадки (размещение административно-бытового комбината и обслуживающих рудник сооружений, отвалов пустых пород, прокладка дорог, инженерных сетей и т.д.). Выбросы в атмосферу вредных веществ осуществляются через вентиляционные выработки (штольня или ствол). Интенсивность и объем выбросов в десятки и сотни раз меньше по сравнению с открытыми разработками. Объем пустых пород, выдаваемых через транспортные горные выработки, зависит от применяемой системы разработки, от необходимости в прохождение полевых горноподготовительных и горнокапитальных выработок и от возможности их применения для закладки выработанного пространства. Территории, занимаемые под отвалы

пустых пород при подземных разработках, занимают значительно меньшие площади, чем при открытом способе добычи.

В Южной Якутии в течение десятков лет отрабатываются месторождения золота на Куранахском рудном поле (КРП) в пределах водораздельной части рек Большой Куранах, Селигдар, Якокит (Алданский улус Республики Саха (Якутия) и относится к территории Центрально-Алданского золотоносного района (ЦАР) (рис. 3.4).

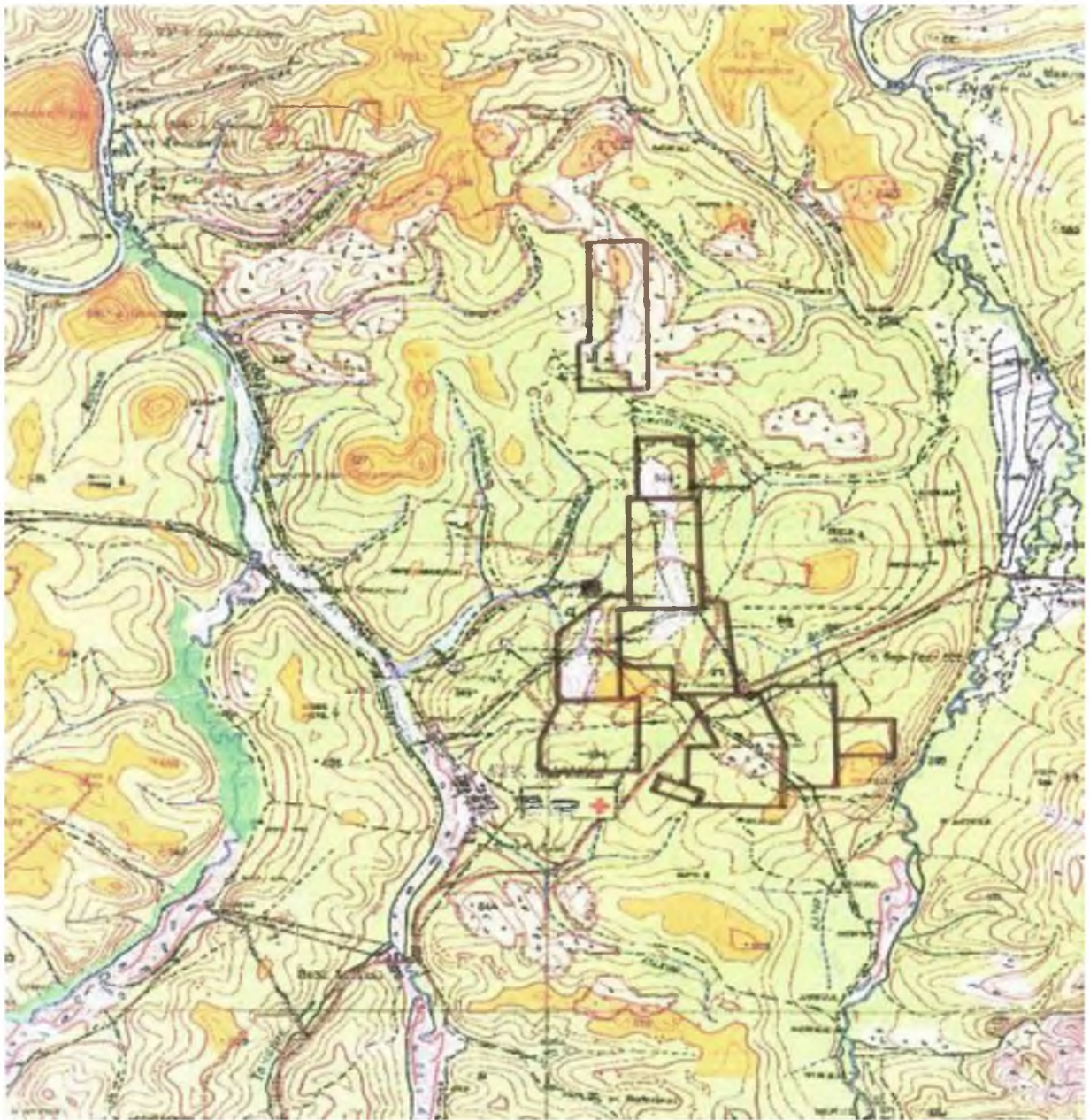


Рисунок 3.4. Схема расположения месторождений Куранахского рудного поля

Рудное поле состоит из двенадцати относительно обособленных золоторудных месторождений и рудопроявлений, сосредоточенных на территории площадью около 213 км² (Природно-техногенные ..., 2006). Месторождения существенно различаются по размерам продуктивных тел, средним содержаниям и запасам золота. В настоящее время АК «Алданзолото» располагает 10 лицензионными участками (табл. 3.4), площади которых существенно различаются (примерно на порядок от минимального до максимального).

Месторождения характеризуются в целом однообразным составом руд и вмещающих пород. Руды представляют собой горную массу, состоящую из песчано-глинистого материала, смешанного с обломками вмещающих пород и первичных руд и являются продуктом переработки древней коры выветривания, которые представлены обычно несколькими литологическими разностями, - включающими глину и обломочные фракции в виде песка, щебня, глыб минерализованных песчаников, известняков и метасоматитов. Грубообломочный материал составляет от 28 до 63%, глинистый - от 30 до 48%. Достаточно условно выделяют три литологических разности рудного материала.

Таблица 3.4

Лицензионные участки и месторождения рудного золота

АК «Алданзолото»

№№ лицензионных участков	Месторождения	Площадь лицензионных участков «Алданзолото», S км ²
1	Северное	11,7
2	Порфировое	5,2
3	Центральное	11,7
4	Якокутское	11,5
5	Боковое	8,3
6	Первухинское, Южное	10,0
7	Канавное	13,2
8	Дэлбэ, Короткое	7,6
9	Дорожное	4,2
10	Новое	0,9
	Всего	84,3

Глинисто-песчаные породы содержат обломочные фракции в количестве 60-65% и характерны для большинства рудных тел месторождений «Центральное», «Северное», «Боковое», «Новое», «Канавное», «Дорожное», «Дэлбэ», «Якокутское».

Рудные тела, содержащие глины до 45-50%, характерны для месторождений «Северного», «Канавного». На участках месторождений «Боковое», «Северное» и «Якокутское» содержание глины в рудных телах составляет 50-60%. Руды сложены кварцем (47-73%), глинистыми минералами (гидрослюдами и каолинитом) – 14-35%, гидроксидами железа (гидрогетит, гидрогематит) – 10-38%, карбонатами (кальцит) до 3%.

Присутствие значительного количества глинисто-илистого материала оказывает отрицательное влияние на процессы рудоподготовки и гидрометаллургической переработки руды. Повышенная влажность (11-16%) и высокая вязкость рудной массы делают практически невозможной операции складирования и бункерования, осложняют процессы дробления, транспортировки руд и обезвоживание пульпы.

Руды являются шламистыми. Содержание «илов» (материала крупностью -0,045 мм) составляет от 23 до 45%. Золото в основном связано с этими мелкими классами (от 42 до 73%). В целом же качественный состав руд Куранахского рудного поля, крупность и фазовый состав золота являются благоприятными для процесса цианирования как в условиях ЗИФ, так и при кучном выщелачивании.

В настоящее время в пределах рудного поля накопилось свыше 65 рудных и вскрышных отвалов, последние из которых также обычно металлоносны, хотя и с пониженными содержаниями золота. Большая часть территории КРП представляет собой нарушенную горными работами поверхность с многочисленными карьерами, уступами, подъездными путями и т.п. (рис. 3.5), которые занимают 32,5% территории Якоkit-Селигдарского междуречья и оценивается примерно в 25,9 км², что составляет 1,5 % территории и 3 % зоны производственной деятельности КЗДК. Здесь образованы многоярусные выемки глубиной до 45 м и отвалы высо-

той до 15 м, что сопоставимо со средними амплитудами рельефа в центральной части района, составляющими примерно 100 м.

Открытая разработка месторождений КРП существенно нарушает естественные ландшафты, изменяя сложившиеся экологические условия среды и превращая их в особый природно-техногенный ландшафт, а затем и в природно-техногенную систему. Техногенные земли преобразуются не только в малопригодные для хозяйственного применения земли, но и ухудшают санитарно-гигиенические условия жизни человека, придавая неприглядный вид окружающей среде и являясь в большинстве случаев источниками вторичного загрязнения природных объектов.



Рисунок 3.5. Общий вид Куранахского рудного поля

При этом наибольшей техногенной трансформации подвергнуты экосистемы водораздельных ландшафтов и привершинных склонов, где распространены следующие формы техногенного рельефа (Миронова, Иванов, Тарабукина, Кудинова, 2010):

1 - выработанное пространство (карьеры, траншеи, канавы);

2 - отвальные площади (внутренние и внешние отвалы, гидроотвалы, хвостохранилища);

3 - земельные участки под промышленными объектами (здания, дороги и т.д.).

В результате разработок в районе коренным образом изменилась мерзлотно-гидрогеологическая обстановка. В условиях распространения многолетнемерзлых пород образование техногенных ландшафтов сопровождается развитием криогенных процессов - термокарста, солифлюкции, пучения и др. В некоторых случаях на участках отвалов с многолетнемерзлыми породами наблюдается формирование техногенных таликовых зон.

Значительные изменения произошли в речной сети в горах и замкнутых водоемах в понижениях рельефа. В пределах горных отводов в местах естественных русел ручьев и рек появились промышленные стоки. В результате нарушается вся экосистема.

Отвалы рудных месторождений представляют собой горную массу, состоящую из песчано-глинистого материала, смешанного с обломками вмещающих пород, где отмечается незначительное содержание гумуса - 0,1%, и подвижных оснований - 4,6 - 6,0 мг-экв/ 100 г (Природно-техногенные ..., 2006).

По данным наших исследований ((Миронова, Иванов, Тарабукина, Кудинова, 2010) и данных В.Г. Тарабукиной (2006) на отвалах месторождения «Северное», в результате экзогенной переработки материала отмечается снижение количества крупных камней. По результатам исследований 2006 г по истечении 10 лет после первых наблюдений, в слое 0-10 см количество камней диаметром больше 10 мм уменьшилось на 16,5%, в слое 10-20 см - на 5,6 % (рис. 3.6).

При раздроблении крупных камней соответственно увеличилось содержание мелких фракций. Так, в слое 0-10 см содержание гравия, песка и мелкозема выше данных исследований в 1996 году на 8,9% и 0,2%. В результате данного процесса в мелкоземном субстрате отвала отмечается тенденция накопления пи-

тательных элементов. Так, например, в слоях 0-10 и 10-20 см количество гумуса составило соответственно 1,95 и 1,43%.

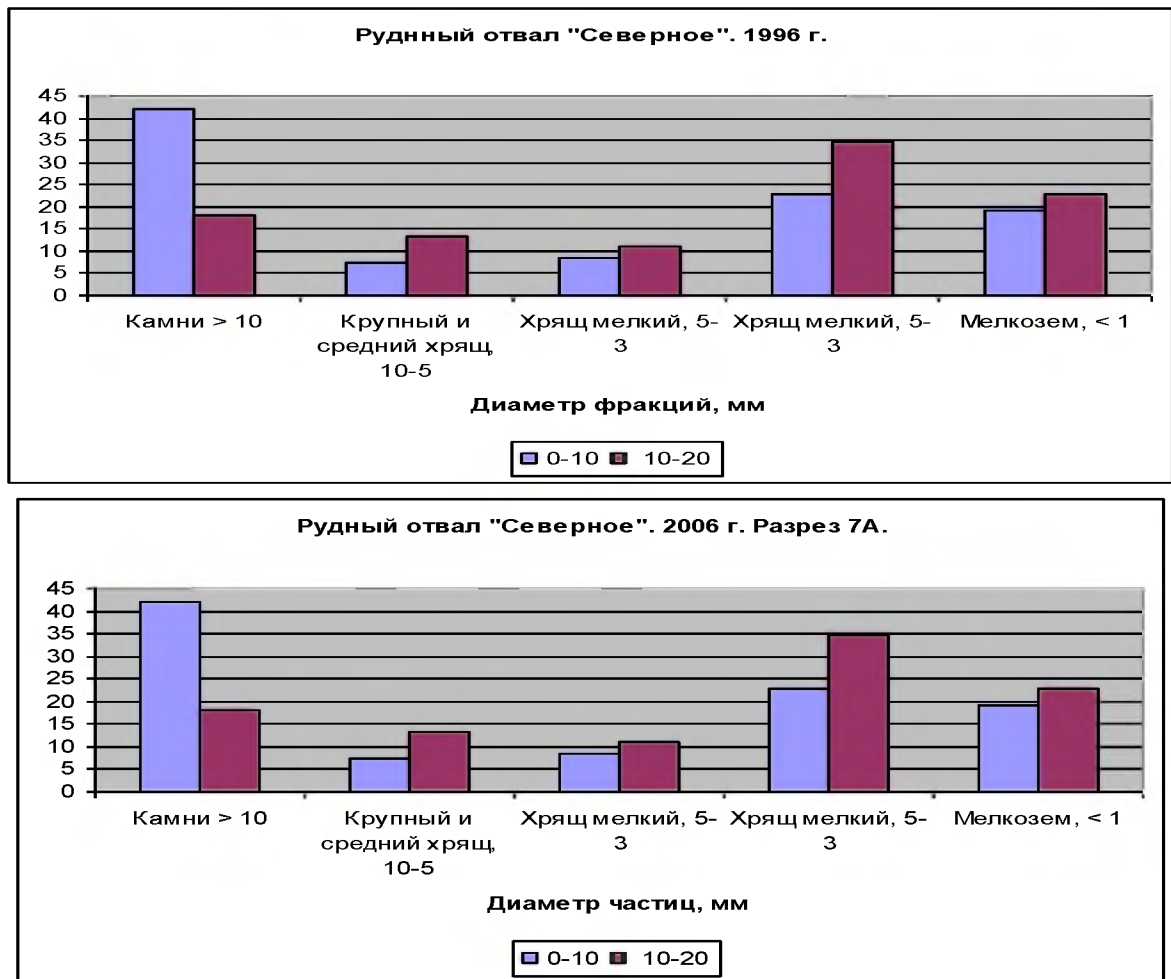


Рисунок 3.6. Изменение гранулометрического состава пород отвала на месторождении «Северное», в %

На месторождении «Порфирное» отвалы пустых пород представляют собой холмистые и седловинные формы техногенного рельефа высотой 20-25 м и углом откоса до 50°. Высокие холмы отвалов террасированы. По данным структурного анализа на отвале отмечается большое содержание крупных камней и одновременно незначительное количество мелкого материала. В верхнем 10-см слое на долю камней диаметром больше 10 мм приходится 70,1–83,5% мелкозема от 2,5 до 4,5% (табл. 3.5). Вследствие чего незначительное содержание мелкоземного субстрата в породах отвала и в основном песчаный гранулометрический состав создают определенные трудности для поселения растений, особенно на пионер-

ной стадии регенерации биоты на отвалах, и предопределяют низкое первоначальное содержание питательных веществ.

Таблица 3.5

Скелетность пород отвала месторождения «Порфирное» КРП, %

Глубина, см	Диаметр фракций, мм				
	Камни, >10	Крупный и средний хрящ. 10-5	Хрящ мелкий, 5-3	Гравий, песок, 3-1	Мелкозем, <1
Месторождение «Порфирное». Разрез 14 А					
0-10	83,5	5,1	3,0	5,9	2,5
Месторождение «Порфирное» Разрез 15 А					
0-10	70,1	10,4	4,9	7,7	6,9
10-20	86,4	5,9	2,5	2,4	2,3

В мелкоземках отвалов в слое 0-5 см гумуса содержится 0,1-0,8%, валового азота 0,02 – 0,04%, что в 10-20 раз меньше, чем в верхних горизонтах лесных почв (табл. 3.6). Породы отвалов мало обеспечены подвижным фосфором- и подвижным калием (Миронова, Иванов, Тарабукина, Кудинова, 2010). Породы отвалов по реакции среды можно разделить на нейтральные, слабокислые, слабощелочные, щелочные и они мало обеспечены подвижным фосфором и калием, характеризуются низким содержанием обменных оснований. Сумма поглощенных оснований равна 2,4-8,0 мг-экв/100 г почвы, что более чем в 3-4 раза меньше, чем в ненарушенных почвах (Тарабукина, 1996). В обменных основаниях преобладает водород. Мелкозем отвала характеризуется слабощелочной реакцией среды.

В техногенном субстрате отвалов разработки золота содержание мышьяка, свинца в 9 раз, ртути в 2 раза, меди в 6 раз, ванадия в 50 раз выше установленных норм ПДК. В результате ветровой эрозии горные породы отвалов являются источниками загрязнения токсичными элементами почвенного покрова и вне зоны производства горных разработок.

На прилегающих к техногенно преобразованным ландшафтам территориях на склонах средней крутизны, крутых склонах, местами даже на пологих склонах наблюдаются промоины и рытвины, происхождение которых обусловлено уничтожением напочвенных покровов и лесной подстилки лесными пожарами,

Таблица 3.6

Химические свойства мелкозема отвала месторождения «Порфирное»

[illegible]

сплошными вырубками леса, то есть эрозионные процессы на рассматриваемой территории происходят повсеместно.

Растительность в пределах КРП испытывает сильный техногенный пресс (пыль, выхлопные газы, механическое нарушение) и потому угнетена или слабо развита. Здесь преобладают вторичные леса после пожаров и рубок 40-50-х годов (сосново-лиственничный молодняк, березняки). Травяно-кустарничковый ярус и лишайниково-моховой покров исчез или сильно деградирован.

Самозаращение растительностью на отвалах пустых пород золоторудных карьеров КРП зависит от высоты, крутизны откоса и слагающих отвалы пород и расстояния до окружающей естественной растительности. На поверхности и по склонам отвалов до настоящего времени не произошло закрепления более устойчивых растительных сообществ. Единичные виды растений заселяются первые 5 лет, затем постепенно начинают формироваться растительные сообщества рудерального характера (пырей, иван-чай, полынь, клевер луговой). Кустарники появляются в первые годы из сохранных семян, затем исчезают, не выдержав конкуренции, и только через 30-40 лет формируют отдельные заросли на понижениях (Природно-техногенные ..., 2006).

По данным маршрутных геоботанических исследований 40-50% территории КРП подвержена не планомерной рубке и поэтому в настоящее время представлена вторичными (производными) после рубок и пожаров лесными сообществами (березняки с осинкой и ольховники лиственничные). Судя по сукцессионному процессу восстановления лесов на рубках и гарях, можно предположить, что основу лесных сообществ составляют молодняки 20-50-летнего возраста.

На техногенных ландшафтах флора состоит из 27 семейств, 96 родов и 122 видов, т.е. 14% от общего списка естественной флоры региона или видовой состав нарушенных земель в 7 раз меньше естественных (Миронова, 2000).

Руды с карьеров КРП перевозятся большегрузными автосамосвалами для переработки в Куранахскую золотоизвлекательную фабрику (ЗИФ), где обогащение руды производится по традиционным технологиям (дробление, флотация, ци-

анирование, улавливание ионо-обменными смолами) с транспортировкой хвостовых продуктов по пульповоду в специальные хвостохранилища (рис. 3.7).

Хвостохранилища Куранахской ЗИФ занимают площадь 9,5 км². Старые хвостохранилища расположены в долине р. Б. Куранах в непосредственной близости от промышленной площадки Нижнекуранахской золотоизвлекательной фабрики, новое хвостохранилище занимает нижнюю часть долины ручья Латышский (ниже устья ручья Свадьбалах). Эти зоны представляют собой площадки, отгороженные от гидросети плотинами и отводными каналами поверхностных водотоков.



Рисунок 3.7. Хвостохранилище Куранахской ЗИФ

Воздействие хвостохранилищ на гидросферу на территории ЦАР проявляется в изменении гидродинамических и геохимических условий подземных вод зоны аэрации, поверхностных вод рек и водоемов, а также нижнекембрийского водоносного комплекса, где отражаются суммирующие последствия техногенного воздействия на гидросферу. Установлено, что инфильтрация воды из ложа хвостохранилища вызывает куполообразное повышение уровня подземных вод на данном участке (Природно-техногенные ..., 2006).

По данным С. Ю. Артамоновой (2000), в пробах воды, отобранных из скважин вблизи хвостохранилища, отмечается повышенное содержание ряда элементов: железа, фосфатов, бария, ртути и цианидов, концентрация которых превышают ПДК (0,035 мг/л) от 2 до 7 раз, железа - до 13 раз (ПДК 0,3 мг/л), ртути 30-45 раз (ПДК 0,5 мкг/л). В скважинах, расположенных в 2,5 км от хвостохранилища содержание цианидов заметно снижается, а железа и ртути падает до уровня ПДК. Это указывает на достаточно быстрое удаление их из растворенной фазы при фильтрации воды через горные породы.

Достаточно быстрое снижение концентраций цианидов в потоке подземных вод вниз по течению от хвостохранилищ объясняется тем, что цианидам, при их высокой токсичности, свойственны такие качества как неустойчивость в естественных геохимических условиях, способность образовывать малорастворимые, менее токсичные и нетоксичные соединения (Артамонова, 2000).

При дальнейшем расширении горных работ на КРП и вероятном увеличении глубины карьеров и отрабатываемых площадей, а также вскрытии более глубоких горизонтов рудных тел, возможно, некоторое перераспределение местных геохимических ореолов и потоков рассеяния за счет снеготаяния, миграции химических элементов и соединений с грунтовыми водами, не исключая и попадания их в поверхностные водотоки (Природно-техногенные ..., 2006)..

По мнению специалистов по мерзлотоведению, на общем фоне островного характера распространения многолетнемерзлых пород и его тенденции к деградации, локальная динамика температурного режима верхних горизонтов рудного поля и морфологические особенности «пятен» мерзлых и талых пород (массивов с отрицательными и положительными температурами в вертикальном разрезе) будут определяться микрорельефом горнопромышленных полигонов, размещением карьеров, отвалов, экспозицией стенок и откосов, составом пород и многими другими факторами (Природно-техногенные ..., 2006).

Весьма вероятной представляется активизация следующих криогенных и гидрогеологических процессов:

- увеличение мощности слоя сезонного протаивания на участках снятия растительного покрова или удаления навалов горной массы, служивших тепловым экраном;

- увеличение мощности слоя сезонного промерзания на указанных участках;

- развитие процессов деформации поверхности и в массиве горных пород в связи с нарушением их первичного температурного режима (появление пучений, просадок, нарушение устойчивости откосов и стенок карьеров и т.д.);

- перераспределение локального поверхностного стока с образованием грунтовых наледей, обводнением карьеров, подтоплением сооружений и нарушением их устойчивости;

- усиление деструкции вскрытых горных пород за счет криогенного («морозного») выветривания и активизации процессов перехода в жидкую фазу химических элементов из рудного вещества (Природно-техногенные ..., 2006).

Все указанные явления и процессы будут иметь локальный характер, масштабы и интенсивность их проявления будут зависеть от конкретного сочетания инженерно-геологических и горнотехнических параметров в том или ином пункте или на участке проведения тех или иных работ.

Намечаемые работы по развитию Куранахского золотодобывающего комплекса могут оказать более заметное влияние на гидрогеологическую обстановку в районе КРП и прилегающих территорий. Главная гидрогеологическая особенность территории определяется ее расположением в пределах области питания подземных вод нижнекембрийского водоносного комплекса, имеющего региональное распространение и залегающего первым от дневной поверхности. Эта особенность, а также использование подземных вод комплекса для питьевого водоснабжения в ряде крупных населенных пунктов (пос. Нижний и Верхний Куранах, Якокит) обуславливают необходимость повышенного внимания при реализации проекта к вопросам локализации и предотвращения возможных утечек цианосодержащих технологических и сточных вод. Рудные залежи занимают в мест-

ном рельефе наиболее высокое гипсометрическое положение. Поэтому их вскрытие горными работами увеличивает общую «скважинность» земной поверхности на территории рудного поля. Увеличится вероятность поступления поверхностных вод в подземные водоносные горизонты, - особенно учитывая трещиноватость и закарстованность горных пород, вмещающих рудные залежи. (Природно-техногенные ..., 2006).

Таким образом, территория Куранахского рудного поля, находясь в течение многих десятилетий в самом центре наиболее богатой рудно-россыпной золотоносной области - Центрально-Алданской, испытала длительное смешанное антропо-техногенное воздействие и представляет из себя природно-техногенную экосистему, в которой практически не сохранилось первоначальных (исходных) элементов природной среды, кроме наиболее крупных орографических сооружений, основных форм рельефа, контуров гидросети, отдельных лесных массивов.

В табл. 3.7 приведены данные по изменениям ландшафта, которые произошли на территории Куранахского рудного поля и его окрестностей, а на рис. 3.8 показана динамика изменения нарушенных хозяйственной деятельностью и связанных с ней антропогенных последствий (пожары, вырубки леса и т.д.) при освоении Якокит-Селигдарского междуречья с 1975 по 2009 г.г.

Таблица 3.7

Площади природных ландшафтов, нарушенных антропогенным и техногенным воздействием на Якокит-Селигдарском междуречье
(по данным С.Ю. Артамоновой и А.Н. Горохова, 2001)

Виды воздействий	Нарушенные ландшафты			
	Водосборные бассейны притоков рек Селигдар и Якокит		Днища долин Рр. Селигдар и Якокит	
	S, км ²	%	S, км ²	%
Пожары	130,68	7,0	30,0	14,0
Вырубки	413,24	21,0	0,92	0,5
Разработки россыпных и рудных месторождений	76,76	4,0	42,04	20,0
	83,96	4,5		
Всего нарушено	627,88	32,5	73,32	34,5

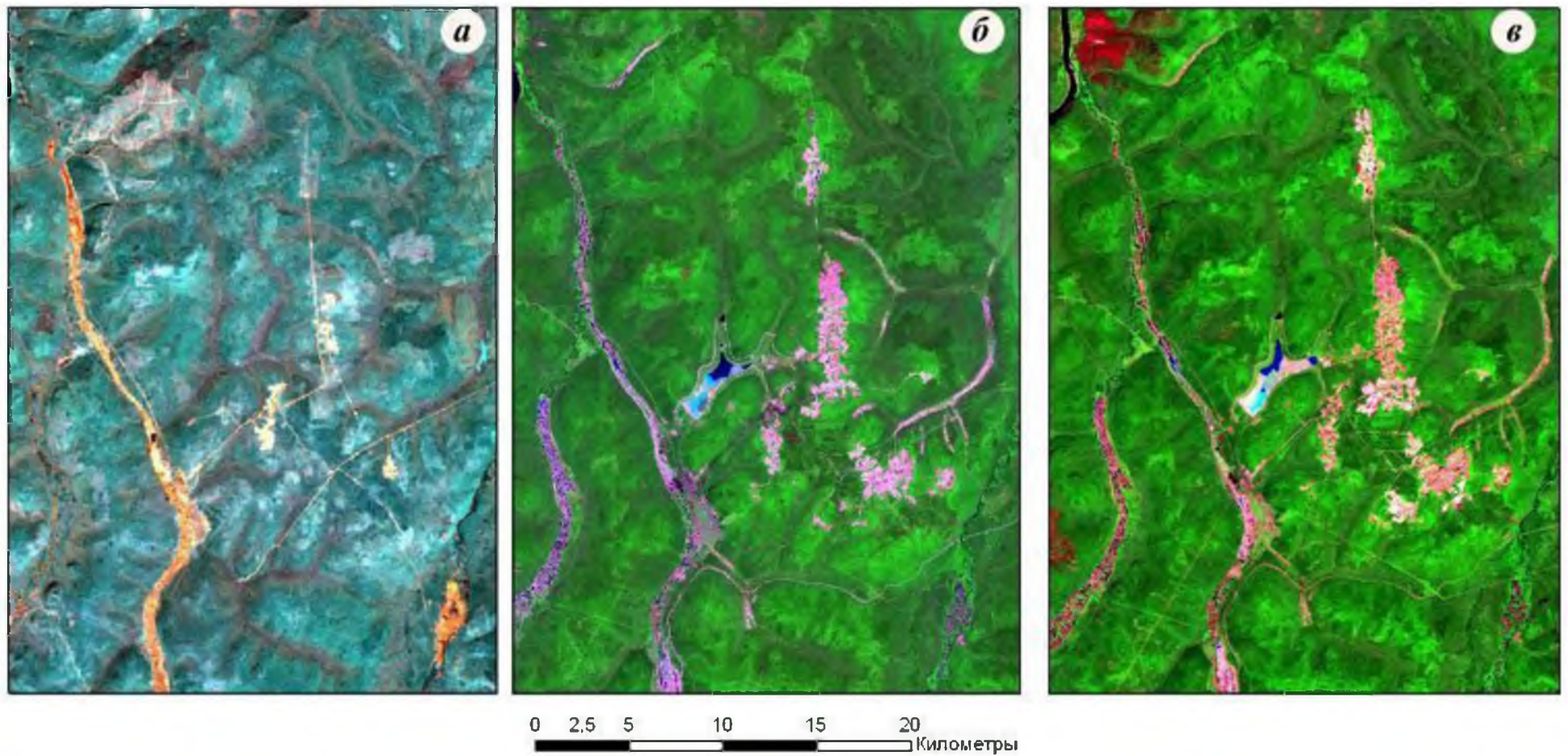


Рисунок 3.8. Динамика нарушенных земель при освоении Якокит-Селигдарского междуречья на спутниковых снимках Landsat: а) 9 сентября 1975 г. б) 22 июля 2001 г., в) 21 августа 2009 г.

Геоэкологический анализ вышеприведенных материалов показывает, что освоение крупного золотоносного рудного поля при современном уровне развития добывающей и перерабатывающей технологий и техники не обеспечивает экологическую стабильность территории на значительной площади, что требует разработки природовосстанавливающих мероприятий, рекомендаций по экологически нормированному недропользованию.

На территории Центрально Алданского района кроме КРП, россыпных месторождений по р. Большой Куранах, Селигдар, Орто Сала, Турук разрабатываются с использованием метода кучного выщелачивания рудные месторождения золота «Межсопочное», «Самолазовское», «Нижне Якокитское», ведутся инженерно-изыскательские работы и проектирование освоения урановых руд Эльконского горста.

По территории района проходят Амуро–Якутская автомагистраль (АЯМ) и железная дорога Беркакит-Томмот-Якутск, проложен нефтепровод Восточная Сибирь – Тихий океан (ВСТО).

Совершенно очевидно, что при такой техногенной нагрузке площади занятые природно-техногенными экосистемными комплексами могут перейти от локальных масштабов к региональным.

3.4. Геоэкологические особенности природно-техногенных экосистемных комплексов при освоении кимберлитовых трубок

Алмазодобывающий комплекс занимает значительную площадь Западной Якутии и ведет добычу и переработку алмазного сырья с 50 –х годов прошлого века. Исследованиями (Экология бассейна ..., 1992; Экология реки ..., 1993; Шадрина, Вольперт, Данилов и др., 2003; Саввинов, Шумилов, 2005; Ягнышев, Ягнышева, Зинчук, Легостаева, 2005; Ландшафтно-геохимические ..., 2006; Бурцева, 2006; Саввинов, 2007 и др.) установлены значительные трансформации экосистем как в пределах непосредственно примыкающих к горным отводам, так и на отдаленных территориях.

Как отмечено в работе Е.И. Бурцевой (2006) в развитии алмазодобывающей промышленности Якутии можно выделить периоды становления (1955-1969), развития (1970-1989) и современный (с 1990-х гг.). При этом первые два периода характеризуются экстенсивным типом освоения месторождений, высокими темпами наращивания производственных мощностей без учета экологических и социальных проблем. В эти периоды допускались прямые сбросы в речную сеть загрязненных самыми разнообразными экологически опасными веществами отходов производства, затопление ложа водохранилища без ее подготовки при строительстве первой очереди каскада Вилюйской ГЭС, применение повсеместно открытого способа разработки без адаптации его основных параметров, природоохранных мероприятий к геоэкологическим особенностям территории. Только к концу второго периода развития АДК Якутии, в связи с резким выражением крайнего недовольства населения Вилюйского региона республики повышением уровня заболеваемости, научной общественности удастся организовать комплексные медико-экологические исследования по бассейну р. Вилюй (Экология бассейна ..., 1992; Экология реки ..., 1993).

Третий период и особенно его современное положение отличается в первую очередь тем, что в связи с переходом на рыночные формы хозяйствования перетерпели значительные структурно-правовые изменения, как самой компании, так и в ее подразделениях. Во вторых, в настоящее время на крупных кимберлитовых трубках «Интернациональная», «Мир», «Удачная», «Айхал», где добывалась основная масса алмазов в связи с исчерпанием запасов для открытой добычи, перешли на подземный способ отработки нижележащих горизонтов. Данный переход вместе со снижением объемов переработки горной массы намного снижает прямое воздействие на природную среду региона. В третьих, современный период развития АДК связан с перестройкой общероссийского подхода к экологическим последствиям природопользования, связанного с пониманием развития более природоохраняющих технологий во всех направлениях производства, и в первую очередь при недропользовании.

За пятьдесят с лишним лет разработки кимберлитовых трубок в Западной Якутии добыто 673,7 млн. т руды и за это время, как отмечают некоторые авторы, АДК прошел путь от активного воздействия на экосистемы, когда решались первоочередные задачи поиска месторождений, способов добычи и переработки, до планомерного внедрения мероприятий направленных на снижение влияния техногенных факторов на состояние природной среды (Мартынова, 2011; Поздняков, Вольперт, 2008).

Из всех выявленных до настоящего времени в пределах Сибирской платформы около 1000 кимберлитовых тел (Колганов и др., 2008) в Якутии полностью отработаны открытым способом трубки им. XXIII съезда КПСС, Новинка, Геофизическая, Дачная, Сытыканская, разрабатываются трубки Юбилейная, Комсомольская, Нюрбинская, Зарница. Частично отработаны открытым способом и перешли на подземный способ добычи на трубках Мир, Айхал, Удачный (Колганов, Акишев, 2011).

Открытая разработка алмазных трубок неизбежно сопровождается образованием природно-техногенных комплексов на обширной площади, что наглядно демонстрируют данные табл. 3.8, где приведены площади нарушенных земель на территории некоторых районов Якутии предприятиями АК «АЛРОСА» по материалам Государственных докладов о состоянии и охране окружающей среды Республики Саха (Якутия) за 2009-2010 годы.

Основные добывающие мощности компании (ГОКи «Мирнинский», «Удачный», «Айхальский» и «Нюрбинский») расположены в пределах Мирнинского и Нюрбинского районов, где территория деятельности АДК в настоящее время представляет собой техногенные ландшафты, относящиеся к категории сильноосвоенных, на которых наблюдается самый широкий комплекс видов воздействий, свойственных площадям горнопромышленного производства.

Основными видами нарушения почвенно-растительного покрова в районах разработки кимберлитовых трубок являются земельные насыпи (промплощадки, отвалы, автодороги), земляные выемки (карьеры, нагорные и руслоотводные каналы и др.), обводненные территории (отстойники, пруды-накопители) и разру-

шение почвенно-растительного покрова в местах возведения различных инженерных коммуникаций.

Таблица 3.8

Площади нарушенных и отработанных земель по АК «АЛРОСА» ЗАО

Район	На 2009 год		На 2010 год	
	Площади земель, га		Площади земель, га	
	Нарушенных	Отработанных	Нарушенных	Отработанных
Мирнинский	10353,5434	385,355	10244,3898	306,45
Ленский	24,40	14,10	24,40	14,10
Оленекский	3,26	3,26	3,26	3,26
Нюрбинский	386,383	58,03	649,0267	35,87
Булунский	1,0	1,0	1,0	1,0
Сунтарский	3,78	3,78	19,09	19,09
Всего	10772,3664	465,5250	10941,1665	379,77

При этом значительная часть нарушенных земель связана с горными работами. Например, общая площадь нарушенных земель при разработке трубки «Мир» на 01.01.2002 г. (с 2001 г. начаты работы по консервации карьера (Колганов, Акишев, 2011)) составила 976,8 га (Миронова и др., 2003), в структуре которых подавляющую долю занимают хвостохранилища (36%), отвалы пустых пород (19%) и рудные карьеры (9%) (Поздняков, Вольперт, 2008).

До 66% вредных выбросов в атмосферный воздух из 2025 стационарных источников выделений загрязняющих веществ наблюдается по горно-обогатительным комбинатам АК «АЛРОСА» (Тренева, Монастырева, Середкина, 2011, Тренева, Монастырева, Наумова, 2011).

Разработка большинства крупных трубок производится в непосредственной близости от населенных пунктов, что негативно отражается на геоэкологическое состояние последних. Так, например, в Государственном докладе «О состоянии окружающей природной среды РС(Я) в 1998 году» отмечается, что г. Мирный входит в пятерку городов России с наибольшим загрязнением воздуха сероводородом, концентрация которого в воздухе выше в 3 раза среднероссийского уровня. Повышенное содержание сероводорода было связано с работой карьера «Мир».

Основу выбросов составляют твердые частицы (пыль), окись углерода и серный ангидрид. Существенный вклад в образовании выбросов вносят отвалы горных пород (Иванов, Дахашкин, Назарова, 2007).

Отвалы Мирнинского ГОКа представляют собой техногенные горы высотой до 60-100 м, с углом откосов до 60^0 . Расположены они в непосредственной близости от карьеров «Мир», «Интернациональная» и самого г. Мирный.

В работе (Исследование ..., 1986) отмечается, что по содержанию пылевидных фракций способных переходить во взвешенное состояние при ветрах выше 0,5 м/с, отвалы Мирнинского ГОКа являются наиболее неблагоприятными объектами для атмосферы. Из опасных по санитарно-токсикологическому фактору в составе пылевидных фракций присутствуют окись Si, легкорастворимые формы микроэлементов Sr, Zn. Отмечается, что концентрация пыли в 50 м от подножия отвалов в 3,5-6 раз выше фоновых показателей. Количество пыли сдуваемой только с горизонтальной поверхности отвалов в единицу времени (интенсивность пылевыведения) составляет соответственно: для отвала №1 – 176,5 г/с; №2 – 44,4; №3 – 44,21; №4 – 1,85; №5 – 8,42; №6 – 11,14; №7 – 35,03 г/с.

Загрязнение городской среды через атмосферные выбросы с отвалов подтверждается и биоиндикационными исследованиями (Шадрина, Степанова, 2008; Шадрина и др., 2012).

Таким образом, все отвалы горно-обогатительных комбинатов компании являются постоянно действующими источниками загрязнения атмосферного воздуха пылевидными частицами, содержащими различные химические вещества, в том числе опасные по отношению к окружающей природной среде.

С точки зрения геохимии природных ландшафтов вновь сформированные техногенные системы (отвалы пустых пород, хвостохранилища, различные горные выработки и т.д.) резко контрастируют с прилегающими и являются аномальными (Елпатьевский, Луценко, 2000). Загрязнение почв и растительности при этом происходит вследствие ветрового переноса мельчайших частиц, содержащих различные микроэлементы (Цыганков, 1994, Галченко, 2000). Масштабы воздействия, его геохимическая специфика определяются параметрами отвалов, минера-

логическим составом пород, временем существования литоаккумуляций как объектов зоны гипергенеза. Необходимо отметить, что мерзлый массив характеризуется повышенной пылеобразующей способностью (Бурштейн, 1965).

Загрязняющие вещества, попавшие в атмосферу, могут перемещаться воздушными потоками на значительные расстояния. При этом во время переноса между компонентами примесей, водяными парами происходят различные химические и фотохимические реакции, в результате, которого образуются соединения, отрицательно влияющие и в малых концентрациях на почвенный и растительный покров, животный мир. Так, например, исследования (Крючков, 1987) показывают, что даже при соблюдении современных санитарных норм загрязняющих веществ в воздухе особенно чувствительные к загрязнению организмы деградируют.

Оседающие частицы, накапливаясь в почвенном покрове, создают аномальные концентрации микроэлементов, которые могут негативно повлиять на почвенно-растительный покров данной территории. Превышение фоновых содержаний химических веществ в элементах экосистем должно рассматриваться как серьезное предупреждение о экологически неблагоприятных последствиях для окружающей среды.

Наши исследования геохимического состава твердой и жидкой фазы снежного покрова вокруг алмазных трубок «Юбилейная», «Сытыканская» показали, что прилегающая к месторождениям территория в радиусе до 3 км загрязняется гидрокарбонатными ионами и ионами кальция, а также такими микроэлементами как хром, никель, титан, медь, свинец (Экология ..., 1993).

Горно-обогатительные комбинаты компании являются крупными водопользователями и имеются проблемы в обеспечении экологически допустимых уровней содержания различных примесей в жидких отходах предприятий. Так, например, проведенный экологический аудит (Экологический аудит..., 2000) констатирует, что Мирнинский ГОК является проблемным предприятием в части водопользования, допускающим систематические превышения объема и концентрации сброса загрязняющих веществ.

Для водных экосистем техногенное воздействие выражено не только, и не просто в механическом загрязнении природных вод, а прежде всего в химическом процессе изменения их состава в результате техногенного пресса.

Анализ работ посвященных исследованиям особенностей геохимического состава, свойств, способов утилизации и захоронения подземных дренажных рассолов, которые широко распространены в районах разработки кимберлитовых трубок (Вигант, 1994; Зуев и др., 1994; Климовский, Готовцев, 1994; Дроздов, 2011; Готовцев, 2011; Алексеев, Алексеева Л.П., Кононов, 2011; Алексеев и др., 2011; Письменный, Дроздов, Крамсков, 2011; Трофимова, Бехтеев, 2012 и др.), позволяет отметить, что максимальную опасность для экосистем в целом и для водной среды в частности, представляют собой промышленные воды, рассматриваемые как отходы горнодобывающего производства и генетически связанные с агрессивными высокоминерализованными водами в карьерах и подземных выработках. Прямой сброс данных отходов в речную сеть, который допускался на первых этапах освоения алмазной провинции Якутии, приводил к серьезным негативным изменениям химического состава вод рек, что вызывал обеднение в них гидробиологических объектов и ихтиофауны (Экология бассейна ..., 1992; Экология реки Вилуй ..., 1993). До определенного периода отработки карьеров, в зависимости от объемов водопритока, применялась система откачки дренажных вод в поверхностные накопители. Однако, с углублением горных работ и повышением водопритоков, накопители постепенно превратились в источники потенциального экологического риска в связи с содержанием в воде таких элементов токсикантов, как литий, стронций, барий, фтор, сера, сероводород, тяжелые металлы (Ягнышев и др., 2005) и угрозой прорыва плотин и попадания большого объема минерализованных вод в притоки рр. Вилуй и Марха.

В настоящее время предприятиями АК «АЛРОСА» разработаны и применяются два способа утилизации минерализованных вод – обратная закачка в водоносные горизонты (трубка «Мир») и захоронение стоков в мерзлые толщи пород (трубки «Удачная», «Комсомольская», «Юбилейная». Второй считается

наиболее экологически прогрессивным способом. Тем не менее, для условий трубки «Интернациональная» проблема удаления сточных вод содержащих нефть полностью не решена. Нефть ухудшает водоприемную способность скважин и из-за необходимости постоянных чисток снижается эффективность системы обратной закачки, что требует поиска новых подмерзлотных структур вблизи рудника (Дроздов, 2011; Письменный, Дроздов, Крамсков, 2011).

Исследованиями районов разработок кимберлитовых трубок в последние годы (Миронова, 2000; Ягнышев и др., 2005; Саввинов, 2007; Поисеева, 2011; Миронова, Иванов, 2011; Иванов, Шумилов, 2011; Вольперт и др., 2012; Шадрина и др., 2012 и др.) выявлены ареалы геохимического загрязнения, изменения режимов и свойств почв, аккумуляция в них химических элементов. Авторами отмечено угнетенность жизненного состояния древостоя, подлеска и подроста, существенные изменения видового состава и структуры травостоя, выпадения наиболее чувствительных видов растительности. В зависимости от степени преобразованности техногенные ландшафты вокруг промышленных объектов алмазодобывающих предприятий подразделены на микро-, мезо- и макроантропогенные участки (Вольперт и др., 2012). Подчеркивается, что на макроантропогенных участках трансформированные экосистемы даже при варианте рекультивации или замозарастания растительностью не смогут восстановиться в обозримое время в состояние хотя бы близкое к природным.

Таким образом, природно-техногенные экосистемные комплексы, образующиеся при разработке алмазных трубок, характеризуются не только особо сложными горнотехническими условиями проведения добычных работ, но и специфическими геоэкологическими параметрами, существенно усугубляющими факторы отрицательного воздействия на окружающую среду и затрудняющими проведение мероприятий по ее охране.

К таким факторам можно отнести необходимость утилизации большого количества попутных высокоминерализованных вод, значительный валовой и удельный объем перерабатываемой горной массы, приходящийся на единицу массы полезного ископаемого, высокая степень ее подверженности к

выветриванию, что ведет к быстрой деструкции породного вещества на дневной поверхности и попаданию токсичных элементов в атмосферу, в гидросеть и на поверхность прилегающих территорий. Данные факторы затрудняют рекультивацию нарушенных ландшафтов, отвалов пустых пород, крайне замедляют естественные процессы самоочищения и восстановления преобразованных экосистем (Иванов, Шумилов, 2011).

3.5. Природно-техногенные экосистемные комплексы, образующиеся при разработке угольных месторождений

Интенсивная добыча угля в Якутии производится в Южной Якутии, где на базе Южно Якутского угольного бассейна разрабатываются открытым способом крупнейшее в России месторождение «Нерюнгринское» и ряд более мелких месторождений, подземным способом отрабатывается месторождение «Денисовское» и начинается освоение одного из самых крупных в мире месторождений каменного угля «Эльгинского».

На примере данных недропользователей можно сопоставить в первом приближении особенности развития природно-техногенных экосистемных комплексов при открытой и подземной способах разработки и при разных стадиях развития горных работ (Эльгинское - начальная стадия; Нерюнгринское – стадия полного развития горных работ).

Нерюнгринское месторождение угля разрабатывается более 35 лет и за это время превратился не только в крупное в России горное предприятие, но и в мощный источник выбросов в атмосферный воздух, промышленных отходов в виде отвалов горных пород, для размещения которых отведена огромная территория (рис. 3.9).

На территории Нерюнгринского района расположены около 80 предприятий, деятельность которых связана с выбросами в атмосферу. Основными источниками загрязнения воздуха различными веществами являются

объекты угольной промышленности, теплоэнергетики, старательские артели и железнодорожный и автомобильный транспорт.



Рисунок 3.9. Общий вид карьера «Нерюнгринский»

По данным Нерюнгринской инспекции Министерства охраны природы РС(Я) по территории Нерюнгринского района наиболее крупными источниками выбросов являются Нерюнгринский угольный разрез, обогатительная фабрика, Нерюнгринская и Чульманская ГРЭС, разрез «Эрэл», ООО «Нирунган» и вагонное депо с реактивной установкой для очистки вагонов на железнодорожной станции Беркакит. По населенным пунктам наибольшее количество выбросов отмечается по пос. Серебряный бор, которое связано с работой Нерюнгринской ГРЭС.

В угольном разрезе выбросы связаны с производством буровзрывных работ, экскавацией и транспортированием горной массы и угля, образованием отвалов. При этом взрывные работы являются источниками залповых выбросов огромного количества пылегазовой смеси, которая поднимается на значительную высоту, подхватывается воздушным потоком и распространяется по розе ветров на дальние расстояния. В табл. 3.9 приводятся данные по выбросам в атмосферу разреза «Нерюнгринский» по отчетным материалам предприятия, которые показывают, что большую часть выбросов составляют вещества, образующиеся при взрывных работах.

Приведенные данные являются расчетными показателями, так как инструментально измерить уровень выбросов практически невозможно.

Таблица 3.9

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу разреза «Нерюнгринский»

Наименование вещества	Код вещества	Фактический выброс, т/год
Оксид железа	123	0,0737
Марганец и его соединения	143	0,0139
Свинец и его соединения	184	0,0002
Хром шестивалентный	203	0,0021
Диоксид азота	301	113,6224*
Кислота серная	322	0,0025
Сажа	328	0,0256
Диоксид серы	330	0,1678
Оксид углерода	337	334,8536*
Фториды газообразные	342	0,0139
Фториды плохо растворимые	344	0,0091
Бензол	602	0,0044
Ксилол	616	0,0045
Толуол	621	0,0074
Масла аэрозоль	2735	0,012
Взвешенные вещества	2902	2079,2266*
Пыль неорганическая до 20% SiO ₂	2909	0,0074
Пыль абразивная	2930	0,3162
Пыль древесная	2936	11,4388
Бензин нефтяной	2704	0,0581

* - с учетом взрывных работ

В табл. 3.10 приведены выбросы в атмосферный воздух Нерюнгринской обогатительной фабрики. В выбросах значительную часть составляют взвешенные вещества, микроэлементный состав которых неизвестен. В то же время известно, что многие микроэлементы, в том числе и обладающие токсичными, канцерогенными, мутагенными свойствами тяжелые металлы (ТМ) способны к накоплению в элементах среды и внедрению в круговорот веществ (Чебаненко, Майсюк, 1999).

К ТМ имеющим наивысший класс опасности относятся бериллий, хром, ртуть, никель, свинец, цинк, медь, ванадий и др. Микроколичественное содержание их в взвешенном веществе компенсируется макроколичеством выбросов.

Отдельные исследования (Ларин и др., 1999) показывают, что в выбросах ТЭС и ГРЭС могут содержаться полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), канцерогенная опасность которых не вызывает сомнений. К сожалению, в нашей республике комплексные онкогигиенические и онкоэпидемиологические исследования не проводятся.

Таблица 3.10

Выбросы обогатительной фабрики

Наименование вещества	Код вещества	Фактический выброс, т/год
Азота диоксид	301	903,42
Серы диоксид	330	49,78
Углерода оксид	337	563,08
Взвешенные вещества	2902	999,51

Снижение выбросов твердых частиц говорит об улучшении эффективности очистки, однако, газовые составляющие остаются практически на одном уровне.

Техногенные нагрузки на природную среду вокруг промышленных предприятий зависят от многих факторов. Наибольшее значение имеют объемы выбросов в атмосферный воздух и сбросов в поверхностные и подземные воды веществ, загрязняющих окружающую среду, площадь непосредственного механического разрушения почвенно-растительного покрова в районе расположения предприятия, продолжительность техногенной нагрузки, природные условия (климатические, географические особенности, рельеф местности и т.д.).

Атмосферный воздух является одним из основных переносчиков загрязняющих веществ на значительные расстояния от источника их выделения. При открытой разработке угольных месторождений многие технологические процессы характеризуются значительным пыле и газообразованием. Уровень загрязнения атмосферы карьера зависит от множества факторов, к которым можно отнести

пылеобразующую способности угольных пластов и вмещающих горных пород, технологии ведения горных работ, применяемой техники, ее оснащенности средствами пылеподавления, схемы проветривания, проводимыми на карьере мероприятиями по обеспечению нормальных санитарно-гигиенических условий труда, природными особенностями района расположения карьера. Для условий Якутии характерно то, что под воздействием низких температур горные породы становятся более хрупкими, т.е. повышается их пылеобразующая способность при разрушении.

При экологических исследованиях загрязнения природной среды продуктами атмосферного переноса в качестве депонирующей среды для поллютантов используют снежный покров прилегающей к промышленным предприятиям территории. Снежный покров фиксирует суммарную пылегазовую нагрузку на ландшафт, которая проецируется в течение довольно длительного периода (с октября по апрель месяцы). Химический состав снега формируется за счет поступления твердых осадков техногенной пыли и поглощения газов, аэрозолей и таким образом, с успехом используется при оценке химического и геохимического состава атмосферных выбросов. Исследования загрязнения снежного покрова позволяют определять мощность выбросов предприятий и их вещественный состав, вовлекаемые в дальний и локальный перенос загрязнители. Анализ полученных данных дает возможность оценить уровень загрязнения атмосферы, техногенной нагрузки на местность и масштаб распространения загрязняющих веществ по территории расположения объекта.

Методики пробоотбора, анализа состава снежного покрова в литературе описаны достаточно подробно (Василенко, Назаров, Фридман, 1985, Макаров, Федосеев, Федосеева, 1990, Экогеохимия..., 1993, Эколого-химический..., 1995).

При планировании исследований переноса загрязняющих окружающую среду веществ с целью наиболее рационального размещения схемы отбора проб был проведено картографическое изучение рельефа, анализ космоснимков снежного покрова района расположения Нерюнгринского угольного карьера. В частности, космоснимки отчетливо показывают юго-восточное направление шлейфа

загрязнения. Участки отборов проб были расположены в открытых, пологих местах с расчетом наиболее полного охвата всего спектра загрязнения снежного покрова, выделяемого по контрастности космоснимков. Отбор проб снега производился в конце марта. Пробы отбирали на всю глубину залегания снега с ненарушенных поверхностей методов «конверта» (из пяти колонок с площади в 10 – 15 м² помещали в один полиэтиленовый пакет общую навеску). Пробы взвешивали и растапливали в режиме медленного таяния при комнатной температуре. Оттаявшую снеговую воду пропускали через бумажный фильтр (синяя лента) и в дальнейшем твердый осадок на фильтре и жидкую фазу направляли на анализы химического и микроэлементного состава. Полученные результаты сопоставлялись с вещественным составом углей месторождения и пород вскрыши.

При исследованиях учитывались следующие особенности снежного покрова:

- снежный покров является промежуточным звеном, передающим загрязнители при весенней оттайке в водные и наземные объекты.
- на уровень загрязнения снежного покрова оказывает влияние его пространственная изменчивость в зависимости от рельефа и лесистости местности, климатических колебаний (роза ветров, метелевый перенос, продолжительность оттепели и т.п.).

Анализ применяемой технологии ведения горных работ, проектных материалов показывает, что основными источниками пылеобразования на разрезе «Нерюнгринский» являются буро - взрывные, выемочно-погрузочные, разгрузочные, транспортные работы, а также ветровая эрозия – сдувание пыли с обнаженных площадей отвалов, с угольных и породных уступов, с поверхности угольных складов. При этом на долю взрывных работ приходится до 40 – 50 % всей выделяемой газопылевой смеси, 20 – 25% пыли образуется при погрузке отбитой горной массы и 25 – 40% при транспортировке угля и породы по внутрикарьерным дорогам (Цыганков, 1994).

При проведении взрывных работ в атмосферу выделяются вредные газы с содержанием оксида углерода и оксидов азота. В состав вредных газов, выделя-

ющихся при работе машин и механизмов с дизельными двигателями, входят оксид углерода, оксиды азота, углеводороды, сажа.

По данным Цыганкова А.В. (1994) при массовых взрывах по разрыхлению породы и угля на карьере образуется пылегазовое облако объемом до 15 – 20 млн. м³, с концентрацией пыли 0,135 – 0,217 кг/м³, которое выбрасывается на высоту до 1700 м (рис. 3.10). При определенных условиях подхваченные воздушным потоком мелкодиспергированные продукты взрыва распространяются на значительные расстояния вокруг карьера.



Рисунок 3.10. Взрывные работы на карьере Нерюнгринский

Анализ микрокомпонентного состава углей Нерюнгринского месторождения показывает на их сильную деформированность тектоническими процессами. Пласты угля подвержены многократному смятию и оттаиванию и, как следствие, отличаются исключительной хрупкостью и легкой дробимостью (Осодоев, 1987). В золе углей месторождения наиболее высокие концентрации относительно

кларка осадочных пород наблюдаются у цинка, кобальта, галлия, марганца, фосфора, железа, меди, кальция (Макаров, Федосеев, Федосеева, 1990).

Исследования микроэлементного состава снежного покрова в районе расположения карьера позволили выделить 4 зоны пылевой и геохимической нагрузки на ландшафт (рис. 3.11) . В первой зоне (с повышенной техногенной нагрузкой) снежный покров отличается максимальным содержанием твердой фракции (табл. 3.11). Здесь оседает 85,8% всей выделяющейся из карьера техногенной пыли. По сравнению с фоновыми показателями резко возрастают содержания в твердой и жидкой фазах снега кобальта, никеля, меди, свинца, титана, магния, фосфора. Повышенная пылевая нагрузка прослеживается в радиусе в среднем 3 – 8 км, площадь зоны составляет около 95 км². Основная масса пылегазовой составляющей наблюдается в юго-восточном направлении от карьера и обогатительной фабрики в районе расположения старого города, дачных участков.

Далее по мере удаления от карьера уровень пылевой нагрузки резко снижается, однако влияние производственной деятельности на загрязнение снежного покрова прослеживается на расстоянии до 80 – 100 км. Общая площадь с измененной по сравнению с фоновыми показателями территории составляет 1200 – 1500 км², в пределах которой выделяются зоны с повышенной, средней и слабой техногенной пылевой нагрузкой. Геохимические показатели по четвертой зоне, приведенные в табл. 3.11, практически совпадают с региональными фоновыми данными снежного покрова Южной Якутии (Макаров, Федосеев, Федосеева, 1990).

Необходимо отметить, что в общую картину загрязнения снежного покрова местности определенное влияние оказывают и другие источники выбросов в атмосферный воздух. Например, Нерюнгринская ГРЭС по данным статистической отчетности ежегодно выбрасывает в атмосферу в среднем до 10 тыс. т загрязняющих веществ, что в 5-6 раз больше чем выбросы карьера.

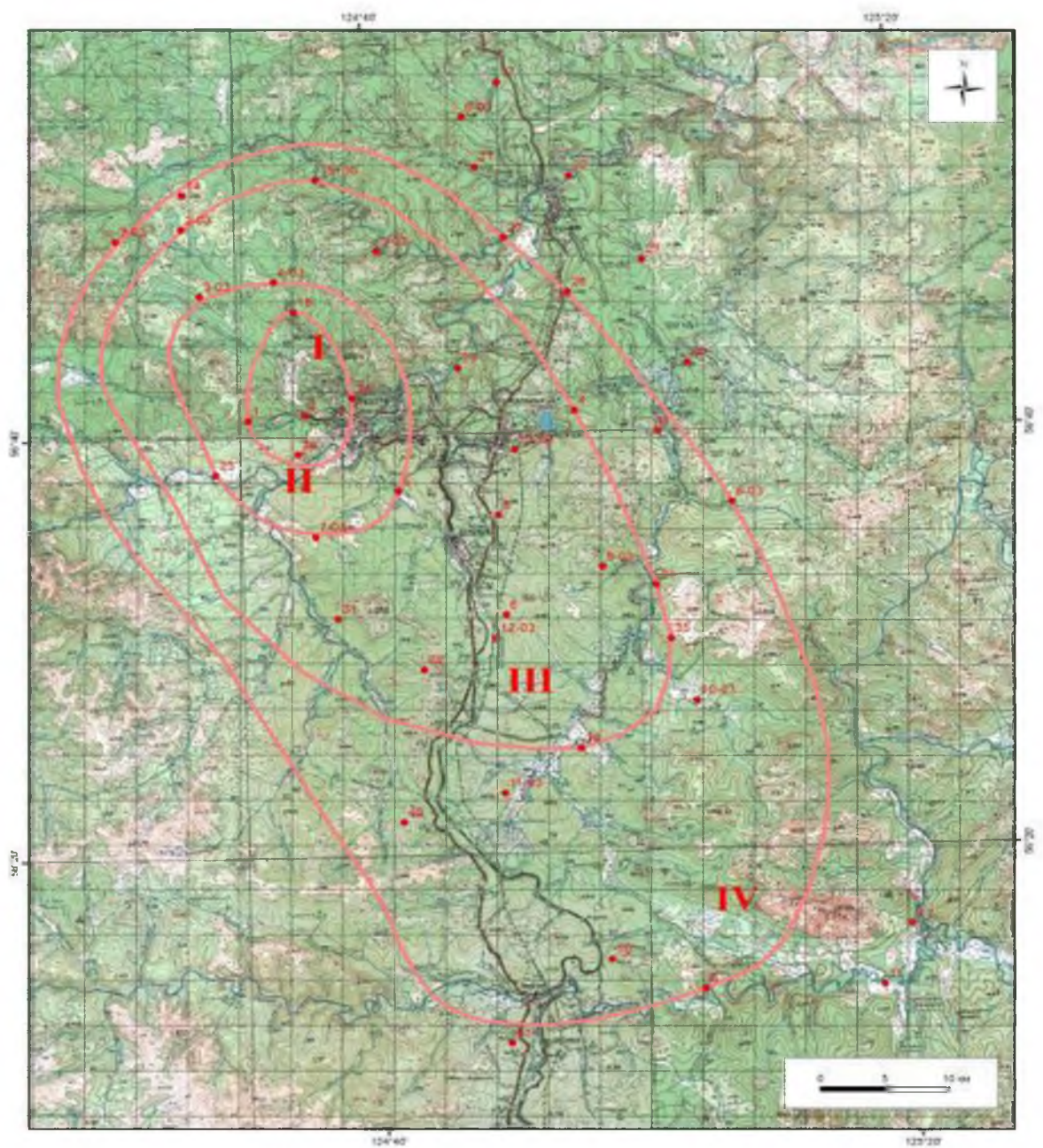


Рисунок 3.11. Распределение зон загрязнения снежного покрова техногенной пылью Нерюнгринского карьера

Таблица 3.11

Геохимический состав снежного покрова в зоне воздействия Нерюнгринского угольного разреза.

Определяемые среды и выделяемые зоны загрязнения		Среднее содержание элементов, мг/кг														
		Co	Ni	Cu	Pb	Zn	Ga	Mo	Ti	Mn	Ba	B	P	Ca	Fe	Mg
1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15	16	17	18
В породах отвала разреза «Нерюнгринский»		15	30	50	10	70	15	2	2000	700	1000	30	Н.д.	Н.д.	Н.д.	Н.д.
В золе углей месторождения [2]		50	29	85	14	225	46	2	6000	2300	Н.д.	33	2000	7000	2000	8000
Среднее содержание элементов в снежном покрове по степени загрязнения территории																
Фоновое содержание [2]	В твердой фазе, мг/кг	12	18	21	12	20	12	Н.о.	530	110	300	Н.д.	Н.д.	3000	2000	1400
	В жидкой фазе, мкг/л	0,5	1,0	1,5	1,5	10	Н.о.	2,0	10	1,5	3	Н.д.	Н.д.	Н.д.	Н.д.	Н.д.
1 зона пылевая нагрузка 150 т/км ²	В твердой фазе, мг/кг	30	50	100	100	Н.д.	20	5	5000	1000	Н.д.	20	500	Н.д.	Н.д.	Н.д.
	В жидкой фазе, мкг/л	Н.д.	<1,5	1,4	3,8	140	Н.д.	Н.д.	76	90,1	34,4	32,2	Н.д.	6710	320	831
2 зона пылевая нагрузка 9,7 т/км ²	В твердой фазе, мг/кг	11	38	90	20,3	20	19	3,6	7000	780	Н.д.	32	680	Н.д.	Н.д.	Н.д.
	В жидкой фазе, мкг/л	Н.д.	1,6	2,1	6,9	53,7	Н.д.	Н.д.	19	16,8	16,5	9,1	Н.д.	1197	88,7	181,6
3 зона пылевая нагрузка 8,3 т/км ²	В твердой фазе, мг/кг	10,9	48,3	136,7	23,4	114	17,5	4,8	6670	742	Н.д.	34,2	633	Н.д.	Н.д.	Н.д.
	В жидкой фазе, мкг/л	Н.д.	<1,5	2,2	3,1	51,6	Н.д.	Н.д.	7,0	16,6	19,8	8,7	Н.д.	1000	27,2	143,7
4 зона пылевая нагрузка 6,8 т/км ²	В твердой фазе, мг/кг	7,3	50	20	31,2	25	12,5	3,8	550	417	Н.д.	40	105	Н.д.	Н.д.	Н.д.
	В жидкой фазе, мкг/л	Н.о.	<1,5	2,8	<5	11,3	Н.д.	Н.д.	4,0	2,2	7,7	8,2	Н.д.	724	28,8	127

Примечание: Н.д. – нет данных; Н.о. – не обнаружено.

В табл. 3.12 и 3.13 отражены результаты исследований снежного покрова вокруг шахты «Денисовская».

Таблица 3.12

Анализ жидкой фазы проб снега по территории расположения шахты «Денисовская»

Точки отбора проб	Показатели жидкой фазы снега					
	Физические показатели		Общий химический состав в мг/л			
	Водородный показатель Ph	Жесткость, мг-экв/л	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	HCO_3^{-}
1	6,58	0,2	3,42	0,308	0,822	13,42
2	6,45	-	0,873	-	0,03	0,08
3	6,38	0,11	1,75	0,26	0,98	7,32
4	6,49	0,12	2,04	0,24	1,1	9,76
5	6,49	-	0,97	<0,25	0,713	6,1

Анализ содержания микроэлементов в твердой фазе снежного покрова показывает, что наиболее загрязнена территория вблизи действующей шахты, где наблюдается превышение над фоновым содержанием Ni в 2,7; Cu от 1,4 до 2,4; Zn от 7,5 до 15; Mn от 4,5 до 6,3 и Ti от 9,4 до 13,2 раза. Однако, уже на расстоянии до 4-5 км от шахты уровень загрязнения резко снижается и элементный состав снежного покрова в основном соответствует фоновым показателям (таблица 3.13). На геохимический состав снежного покрова лицензионного участка оказывает влияние и федеральная автотрасса АЯМ с круглогодичным относительно интенсивным движением.

В Южной Якутии в настоящее время производится интенсивное строительство угольного комплекса для освоения крупнейшего Эльгинского угольного месторождения с запасами в 2,7 миллиардов тонн угля. Планируемый объем производства – 30 миллионов тонн коксующегося угля в год. Эльгинский угольный

Таблица 3.13

Содержание микроэлементов в твердой фазе проб снега, мг/кг

Точки отбора проб	Li	Be	B	P	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Y
1	15	2.5	2	150	10	1000	1	30	150	10	30	10	100	2	0.5	70	15
2	15	2.5	2	150	10	3000	2	50	500	10	50	20	150	2	0.5	70	15
3	15	2.5	1,5	150	10	150	1,5	50	300	10	50	20	150	2	0.5	30	15
4	15	2.5	5	700	10	7000	10	100	700	20	50	50	150	10	1	70	30
5	15	2.5	1,5	150	10	5000	1	50	500	10	50	30	300	2	0.5	30	15

Продолжение таблицы 3.13

Точки отбора проб	Nb	Mo	Ag	Cd	Jn	Sn	Sb	La	Ce	Yb	W	Pb	Bi	Tl	Hg	Au
1	10	0,5	0,2	2,5	1	0,5	5	15	50	2,5	2,5	30	0,5	0,5	5	0,5
2	10	0,5	0,15	2,5	1	0,5	5	15	50	2,5	2,5	5	0,5	0,5	5	0,5
3	10	0,5	0,15	2,5	1	0,5	10	15	50	2,5	2,5	10	0,5	0,5	5	0,5
4	10	1	0,7	2,5	1	0,5	10	15	50	2,5	2,5	10	0,5	0,5	5	0,5

комплекс (ЭУК) будет включать разрез, обогатительную фабрику, ТЭС, объекты производственной инфраструктуры, вахтовый поселок, аэропорт (Ходатайство..., 2008).

Эльгинский угленосный район расположен в Токинской впадине, которая вытянута в запад-северо-западном направлении на 150 км при ширине 50 км (Железняк, Любомиров, 2000). В геологическом строении района выделяются осадочные отложения юрского и мелового возраста, общая мощность которых оценивается в 1920-2180 м. Результаты сейсмотектонических исследований (Козьмин, Имаев, Имаева, 2000), выполненных в районе расположения Эльгинского месторождения каменных углей за последние 50 лет, установлена высокая сейсмическая опасность района, где интенсивность возможных землетрясений может достигать до 8-9 баллов.

Многолетнемерзлые горные породы занимают более 90% площади Токинской впадины. Выше 950-1000 м ММП имеют сплошное распространение и наиболее мощные мерзлые толщи (как правило, 100-200 и более м) встречаются на возвышенных (более 1200 м) водораздельных пространствах (Железняк, Любомиров, 2000). Авторы утверждают, что техногенные нарушения на данной территории резко меняют естественную динамику мерзлотных процессов, приводя за сравнительно короткое время к глубоким изменениям мерзлотных условий. Отрицательную роль на устойчивость различных инженерных сооружений здесь могут оказать широко развитые склоновые процессы – осыпи, обвально-осыпные и оползневые явления, движения каменных курумов, усиленные морозным трещинообразованием и выветриванием. Для линейных сооружений, особенно транспортных линий, негативную роль может сыграть и распространение наледей и полыней, наибольшее число которых приурочено к интервалу изменения базисов эрозии речных долин района.

По расчетным данным, приведенным в проектных материалах, общая масса выбрасываемых загрязняющих веществ в атмосферный воздух по ЭУК составит 807172,8 т/год, в том числе твердых – 10606,8 т/год, жидких и газообразных – 796479,6 т/год. В составе выбросов значительное место занимают

углеводороды без летучих органических соединений (778388,1 т/год), оксид азота (в пересчете на NO₂) (9850,0 т/год), оксид углерода (7240,2 т/год).

Таким образом, по сравнению с Нерюнгринским угольным разрезом при разработке Эльгинского месторождения ожидается более масштабное воздействие на природные комплексы. Уже в самом начальном этапе освоения аэрофото- и телевизионной съемкой, полевыми исследованиями (Макаров и др., 1996; Шац, 1997) установлено, что, несмотря на относительно слабое техногенное воздействие (формирование локальной селитебной зоны, горно-разведочные работы) загрязнение затронуло все природные среды. Так, например, были выявлены значительный снос рыхлых материалов в водотоки, в результате которых произошло активное загрязнение левых притоков р. Укикит. В речных водах сформировались аномалии широкого комплекса макро – и микроэлементов (Макаров и др., 1996). При этом протяженность техногенных гидрогеохимических аномалий, связанных с горногеологическими работами и разработкой угля, невелики и не превышали 1-2 км в верховьях рек Эльга и Укикит. Вместе с тем протяженность аномалий образованных бытовыми стоками пос. Эльга, которые попадают в бассейн р. Ундыткан, фиксировался на удалении до 10 км от поселка.

В пылевых выпадениях из атмосферы вблизи угольного карьера концентрации Cu, Mn, Cd превышали фоновые в десятки и сотни раз.

Комплексное воздействие на природную среду на данной стадии особенно отчетливо прослеживается в трансформации растительного покрова, практически все ярусы которого были подвержены частичному или множественному нарушению (Макаров и др., 1996).

На основе полученных материалов авторы (Макаров и др., 1996; Шац, 1997) приходят к выводу, что при открытой разработке угольного месторождения Эльгинское и применении технологий аналогичных используемым, например, на Нерюнгринском разрезе, площадь зоны техногенного воздействия составит $n \times 100 \text{ км}^2$. При этом в зоне интенсивного техногенного давления окажутся не только левые притоки р. Мулам, но и западная и северо-западная части акватории уникального озера Большое Токко, зеркало воды которого имеет отметки около

900 м над уровнем моря. При разработке месторождения, расположенного на уровне 950-1200 м, значительная часть выбросов в атмосферный воздух и сбросов в поверхностные воды могут оказаться в зоне водосборного бассейна озера.

К подобному прогнозу приходит и автор настоящей работы с коллегами в результате оценки геохимического загрязнения атмосферы и водных объектов при освоении Эльгинского месторождения (Иванов, Копылов, Неустроева, 1996).

3.6. Элементы формирования природно-техногенных экосистемных комплексов при прокладке линейных сооружений

Факторами, способствующими решению поставленных стратегических задач Энергетической стратегии Республики Саха (Якутия) на период до 2030 года, утвержденной 29 октября 2009 г., являются ввод первого этапа трубопроводной системы Восточная Сибирь – Тихий океан (ВСТО) и начало поставки нефти за пределы республики по трубопроводу Тайшет-Сквородино-Дацин, начало реализации Восточной газовой программы и утверждение генеральной схемы газоснабжения и газификации населенных пунктов республики (Петров и др., 2012).

Впервые положительная оценка перспектив нефтегазоносности на территории Якутия дана академиками А.Д. Архангельским и Н.С. Шатским в 1929 и 1932 гг. (Сафронов, 1997), а первые притоки нефти в республике были получены в 1937 г. из колонковых скважин, пробуренных на левом берегу р. Туолба в 120 км выше ее впадения в р. Лена.

В результате широкомасштабных поисково-разведочных работ, проведенных в течение более 70 лет по территории Якутии, в настоящее время открыто 32 газонефтяных, нефтегазовых, нефтегазоконденсатных и газовых месторождений (Сафронов, 1997, 2009). Из них 11 месторождений открыты в Вилуйской синеглизе и центральной части Предверхоянского прогиба, а 21 – в пределах непско-Ботуобинской антеклизы и Предпатомского прогиба. Данные по запасам нефти и газа приведены в табл. 3.14.

Таблица 3.14

Данные по запасам нефти и газа по территории Якутии
(Сафронов, 2009)

Углеводородные ресурсы	Разведанные запасы (извлекаемые)		Суммарные ресурсы нефти (извлекаемые) $C_1 + C_2$	Ожидаемый прирост запасов до 2020 г. $C_1 + C_2$
	C_1	C_2		
Нефть, млн. т	248	188,1	2440	696
Газ, млрд. м ³	1302,7	1208,9	10270	3950

Деятельность, связанную с добычей нефти в Якутии осуществляют пять компаний, а добычу природного газа ведут 4 предприятия (табл. 3.15).

Таблица 3.15

Предприятия, осуществляющие деятельность, связанную с добычей нефти и газа в Якутии (по Петрову и др., 2012)

Вид деятельности	Наименование компаний	Месторождения и лицензионные участки
Добыча нефти	ОАО «Сургутнефтегаз»	Талаканское НГКМ, Алинское ГНМ, Верхнепеледуйское ГКМ, Северо-Талаканское НМ, Восточно-Алинское НМ, Хоронохский, Кедровый, Пеледуйский, Юряхский, Станакский, Бахчинский ЛУ
	ООО «Таас-Юрях Нефтегазодобыча»	Центральный блок Среднеботуобинского НГКМ, Курунский ЛУ
	ЗАО «Иреляхнефть»	Иреляхское НГКМ, Мурбайский, Кэдэргинский ЛУ
	ООО «Газпромнефть-Ангара»	Тымпучиканское ГНМ
ООО «Ленанефтегаз»		Операторские услуги по договорам с компаниями по добыче и транспортировке нефти, бурению скважин
Добыча газа	ОАО «ЯТЭК»	Средневилуйское, Мастахское, Толонское ГКМ
	ОАО «АЛРОСА-Газ»	Северный блок Среднеботуобинского НГКМ
	ОАО «Сахатранснефтегаз»	Локальный участок Среднетюнгского ГКМ
	ООО «Ленск-Газ»	Отрадинское ГКМ

Основными экологическими проблемами при добыче и транспортировке нефти и газа в условиях Якутии могут быть недостаточная изученность проявлений мерзлотных процессов при строительстве и эксплуатации объектов нефтегазовой отрасли, высокая сейсмичность территории Южной Якутии, где

будут строиться основные добывающие и перерабатывающие мощности, значительный риск, связанный с пересечением трубопроводами многих речных систем и их прокладкой по малонаселенной территории с почти полным бездорожьем, что в аварийных ситуациях может быть серьезным препятствием для выполнения оперативных мероприятий по их устранению, ликвидации пожаров и т.д.

Добыча и транспортировка нефти относятся к видам хозяйственной деятельности, представляющими собой повышенную опасность для населения и окружающей среды (Губайдуллин, 2003). Техногенное загрязнение природной среды нефтяными углеводородами, которые обладают высокими токсикологическими и канцерогенными свойствами, является одним из самых масштабных на Земле.

Воздействие на окружающую среду предприятий нефтедобывающей отрасли оказывается в следующих направлениях (Мазур, Молдованов, Шишов, 1996):

- изъятие земельных ресурсов для строительства объектов нефтедобычи, нарушения и загрязнения земель;
- выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, сбросы в поверхностные и подземные воды, а также на подстилающую поверхность;
- извлечение с нефтью высокоминерализованных попутных вод;
- захоронение отходов бурения;
- аварийные разливы нефти.

Особую опасность представляют разливы нефти при техногенных авариях и пожары, случающиеся как на самих месторождениях, так и вовемя транспортных операций. Основными причинами аварийных ситуаций являются прорыв трубопроводов из-за коррозии металла (90,5%), наезд строительной техники, технологические и строительные дефекты. Особенно значителен ущерб северным экосистемам, период восстановления которых может длиться десятки лет.

Опасное воздействие на природную среду проявляется на всех стадиях освоения нефтяных месторождений: поиски и разведка, бурение эксплуатационных скважин, обустройство и разработка нефтяных месторождений, ликвидация

скважин и оборудования после окончания эксплуатации месторождения (Губайдуллин, 2003). Для каждого этапа работ характерны свои источники загрязнения окружающей среды (ОС). Различна и степень воздействия на ее компоненты. Так, в ходе изыскательских работ главными источниками воздействия являются автотранспорт и экспедиционные отряды. В период строительства основными источниками нагрузки на ОС являются транспорт и изъятие строительных материалов. При эксплуатации сооружений наибольший ущерб может быть вследствие аварий — разливов нефтепродуктов и пожаров. Демонтаж оборудования и ликвидация промышленных объектов приводит к образованию большого количества различных отходов, вывоз и утилизация которого представляет собой непростую задачу.

Практически на всех стадиях освоения нефтяных месторождений происходит воздействие на недра, почвенно-растительный покров, атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды. Характер и интенсивность воздействия нефтедобычи на все компоненты природной среды зависят от многих факторов и определяются как количеством и токсичностью загрязняющих веществ, попадающих в природную среду, так и особенностями экосистемы, в первую очередь устойчивостью ее к техногенному воздействию (Захаров и др., 1998; Губайдуллин, 2003).

Разработка нефтегазовых месторождений связана с выделением значительных объемов подземных вод с различным геохимическим составом. Попадание данных вод на поверхность или в природные водотоки вызывает их загрязнение, негативное изменение естественного состояния. Промстоки предприятий нефтегазодобычи, как правило, содержат в своем составе как различные макрокомпоненты (Cl^- , Mg^{2+} , Ca^{2+} , SO_4^{2-}), так и тяжелые металлы (Fe, Cu, Zn, Hg, Pb и др.) в повышенных концентрациях, определенное количество нефтепродуктов, состоящих из легкоподвижных, тяжелых малоподвижных и водорастворимых компонентов (Дроздов, 2011). Закачка при процессе добычи в эксплуатационные скважины технических жидкостей разного состава осложняет состав пластовых вод.

Необходимо отметить, что возможными причинами аварий на объектах нефтегазопромыслов могут быть землетрясения, вероятность проявления которых в условиях Южной Якутии весьма значительна. Для Олекмо-Становой сейсмиче-

ской зоны, в пределах которой расположены основные месторождения нефти и газа Якутии, проявления 7-бального землетрясения следует ожидать через 9 лет, 8-бального – через 30 лет, 9-бального – через 80 лет и 10-бального – через 250 лет (Алексеев, Козьмин, 2005).

Специалисты отмечают, что трасса нефтепровода ВСТО в пределах территории Якутии проходит преимущественно по малоосвоенной, сравнительно малоизученной горно-таежной местности, где наиболее опасными геологическими процессами являются карст, оползни, солифлюкция, пучение, термокарст, наледи, разломные зоны с повышенной трещиноватостью горных пород (Петров и др., 2006).

По масштабам негативного воздействия на растительность и почвогрунты нефтетрубопроводы стоят наряду с автодорогами на первом месте среди линейных объектов. При сооружении трубопроводов по всей ширине трассы полностью уничтожается древостой и живой напочвенный покров, а грунты перемешиваются на большую глубину. Глубокое разрушение почвогрунтов приводит к повреждению корней опушечных деревьев, их отпаду и дополнительному захламлению опушек. Использование некачественных труб, несвоевременная их замена, отсутствие надежной антикоррозийной защиты приводит к образованию свищей и аварийным порывам трубопроводов, частота возникновения которых нарастает по мере старения труб. При этом прилегающие к трубопроводам территории загрязняются нефтью и минерализованными водами (Захаров и др., 1998).

Огромный экологический риск связан с авариями на нефтепроводах, сопровождающимися разливами нефтепродуктов на рельеф или в поверхностные водотоки. Аварийные ситуации как форма выражения техногенеза обладают исключительно высоким экологическим риском с возможными далеко идущими негативными последствиями (Мазур, Молдаванов, Шишков, 1996).

Аварийные разливы нефти за сравнительно короткое время эксплуатации нефтепровода ВСТО уже имеют место быть.

3.7. Типизация объектов недропользования Якутии по формам и масштабам воздействия на географическую среду

Вышеприведенный материал показывает, что масштаб, формы воздействия на природную среду при освоении месторождений зависят от стадии развития горных работ, от вовлечения в отработку составляющих частей геологических образований (участок, месторождение или россыпное или рудное поле, зона или узел, провинция).

При этом если отдельный горнодобывающий комплекс занимает локальную площадку отработки какого-либо участка месторождения, то предприятие (например, горно-обогатительный комбинат) может включать несколько добычных участков, обогатительный комплекс, площади для размещения отходов (отвалы пустых пород, хвостохранилища и т.д.), которые вовлечены для освоения месторождения или всего минерального узла или провинции.

В качестве примера можно привести разработанную нами карту антропогенной измененности Южно-Угуйской золотоносной зоны (Горохов, Васильев, Иванов, 2012), которая включает несколько рудных месторождений и находится в труднодоступном районе на значительном расстоянии от населенных пунктов в пределах восточной части Олекмо - Чарского нагорья. Горные работы здесь начались с 2000 года с отработки месторождения «Таборное» с применением кучного выщелачивания. В настоящее время в пределах зоны одновременно разрабатываются два месторождения открытым способом. Добытая руда автотранспортом отгружается на отдельные обогатительные комплексы, которые находятся в непосредственной близости от карьеров. Обогаительные комплексы включают золотоизвлекательную фабрику, в которой размещается оборудование для извлечения золота, приготовления выщелачивающих и обезвреживающих растворов, буферные, аварийные и пожарные емкости с гидроизолированными основаниями и рудные штабели, оборудованные на гидроизолированном основании.

Ландшафтная структура данного района представлена сочетанием высотнопоясных и интрозональных горно-тундровых, подгольцовых, горно-редколесных

и горно-долинных природно-территориальных комплексов (ПТК). Морфологическая структура состоит из плоскогорно-привершинного, горно-склонового и горно-долинного типов местности. Карта (рис. 3.12) составлена на основе принципа неравнозначности компонентов ландшафта, сформулированного Н.А. Солнцевым (2001) и методики, изложенной в работе (Пучкин, 2007) и использования ландшафтной карты, литературных, фондовых и аэрокосмических материалов.

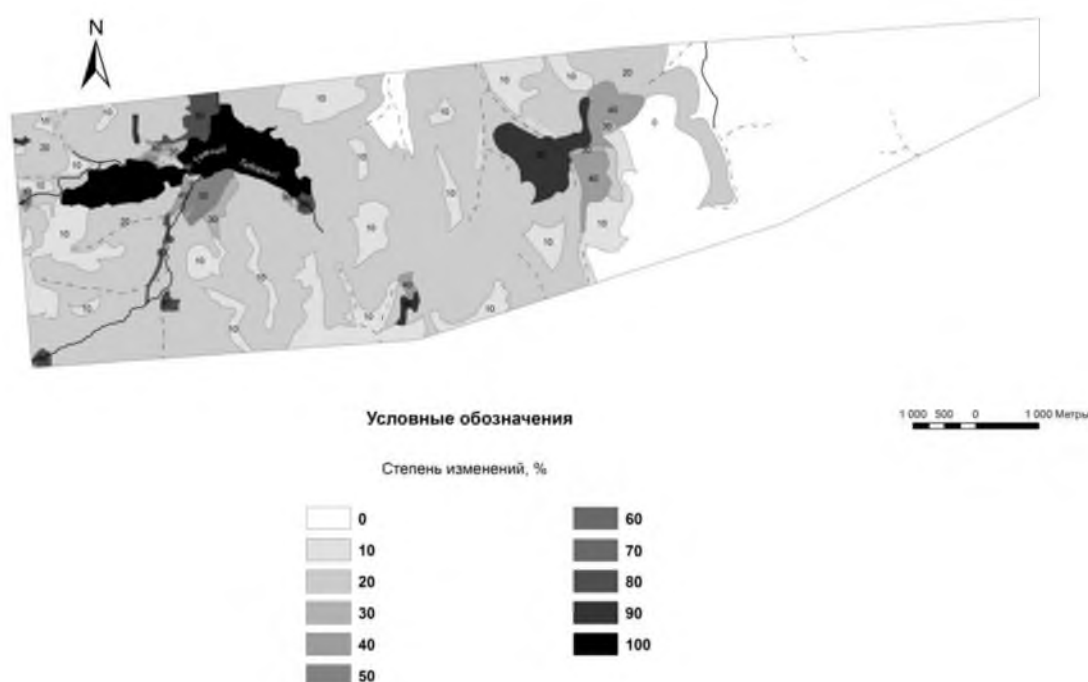


Рисунок 3.12. Карта антропогенной измененности Южно-Угуйской золотоносной зоны

Анализ полученных результатов показывает, что почти половину площади Южно-Угуйской золотоносной зоны занимают участки со степенью измененности в 20%, участки подверженные наибольшим изменениям (больше 80%) составляют 7, 6% территории.

В табл. 3.16 приведена принципиальная схема геоэкологической типизации объектов недропользования региона, где за 1 порядок ранжирования принят эксплуатационный участок, рудник, шахта, карьер, полигон. Всего выделены в

**Принципиальная схема геоэкологической типизации объектов
недропользования Якутии**

Ранг объекта (порядок)	Наименование объекта	Ориентировочная размерность (км²)	Типичные примеры	Формы, масштабы и характер воздействия на географическую среду
I порядок	Эксплуатационный участок, рудник, шахта, карьер, полигон	от 0,01 п до п км ²	Рудник «Интернациональный», карьеры «Мир», «Айхал» Шахта «Денисовская», карьер «Нерюнгринский», участок открытых горных работ, промплощадка рудника	От локального на участках разра- боток до местного негативного воздействия при длительной экс- плуатации с изменением рельефа на отдельных участках, гидрохи- мических, гидробиологических свойств малых водотоков, нару- шения естественных русел малых рек, почвенно-растительного по- крова, образование геохимическо- го фона, снижение биологической продуктивности на отдельных участках
II порядок	Месторождение	от п до п 10 км ²	Таборное, Ключское, Рябиновое (рудное золото); Интернациональное, Удачное, Айхал (кимберлитовые трубки), Эбэлэх, Молодо, Горное (россыпные алмазонас- ные), Эльгинское, Нерюнгринское, Кангаласское (уголь), Талаканское, Тас-Юряхское, Иреляхское (углеводороды)	
III порядок	Рудное (продуктивное) или россыпное поле	п 10 ² км ²	Куранахское, Лебединское золоторудные, Малоботуобин- ское, Накынское, Далдынское кимберлитовые поля	От локального на территории освоения до регионального де- прессивного воздействия при дли- тельном недропользовании. Изменения рельефа на значитель- ных площадях, гидрохимических, гидробиологических свойств ос- новных водотоков, нарушения естественных русел малых рек, почвенно-растительного покрова, образование геохимического фона, закисление геосистем, снижение биологической продуктивности экосистем.
IV порядок	Горнопромышленный, руд- но-промышленный узел (зо- на)	п 10 ³ км ²	Учугейская, Южно- Угуйская золотоносные, Адыча- Тарынская сурьмяная, Эльконская урановоносная зоны	
V порядок	Горнорудный (горнопро- мышленный), нефтепромыс- ловый район	п 10 ⁴ км ²	Центрально-Алданский, Верхне-Тимптонский золотонос- ный, Северо-Янский, Яно-Адычанский, Верхне- Индигирский, Южно-Верхоянский оловоносный, Южно- Алданский и Чаро-Токкинский железорудные районы	
VI порядок	Минерально-ресурсная про- винция, каменноугольный бассейн, нефтегазоносная область	п 10 ⁵ км ²	Якутская алмазонасная, Алданская железорудная провин- ции, Яно-Индигирская оловоносная металлогеническая область; Ленский, Зыряновский, Южно-Якутский угольные бассейны; Вилуйская, Непско-Ботуобинская и Предпатомская нефтегазоносные области.	

зависимости от занимаемых площадей размещения, масштабов, форм и характера воздействия на географическую среду 6 рангов объектов недропользования.

Проведенные исследования показывают, что при недропользовании происходит трансформация исходных экосистемных комплексов с самого начала освоения отдельного участка месторождения и в зависимости от масштабности вовлечения объектов минеральных ресурсов, их видов, геоэкологических условий преобразования могут занять локально-очаговую (местную) или региональную форму.

Локальная трансформация экосистем характерна при освоении объектов 1 и 2 порядка (горный участок, месторождение), более глубокие, региональные преобразования природной среды происходят при недропользовании на уровне от рудных или россыпных полей, горнопромышленных, рудно-промышленных зон до минерально-ресурсных провинций, каменноугольных бассейнов, нефтегазовых областей (объекты недропользования от 3 до 6 порядка).

Выводы

1. При недропользовании в результате значительного всестороннего воздействия неизбежно происходит трансформация исходных природных комплексов в отличные от естественных образования. Ведущим фактором преобразований экосистем при этом выступает техногенное воздействие посредством проведения буровзрывных, экскавационных, транспортирующих работ с применения мощной землеройной, транспортной, буровой и другой техники по изъятию минеральных ресурсов, возведением и эксплуатацией сопутствующих горным работам инженерных, энергетических, коммунальных и др. сооружений и мощностей. Новообразованные комплексы в работе названы ***природно-техногенными экосистемными комплексами (ПТЭСК)***.

2. Установлено, что ПТЭСК включают как природные, так и техногенные элементы, взаиморасположение которых, преобладание одной части над другой из них зависят от исходных природно-географических условий территории, мас-

штабов и длительности техногенного воздействия, вида месторождения (россыпное, рудное или другое), применяемой технологии добычи и обогащения.

3. Трансформация природных комплексов при разработке различных типов месторождений минерального сырья происходит в зависимости от этапов развития горных работ в несколько стадий. Наиболее масштабная трансформация экосистем отмечается в период полного развития горнодобычных работ и связана с максимальными объемами выбросов и сбросов вредных веществ в атмосферный воздух и водную среду, увеличением объемов размещения отвалов пустых пород, площадей преобразуемых территорий и образования различных отходов производства.

4. Масштаб, формы воздействия на природную среду при освоении месторождений зависят от стадии развития горных работ, от вовлечения в отработку составляющих частей геологических образований (участок, месторождение или россыпное или рудное поле, зона или узел, провинция), в зависимости, от которых в работе приведена принципиальная схема геоэкологической типизации объектов недропользования Якутии.

При этом если отдельный горнодобывающий комплекс занимает локальную площадку отработки участка месторождения, то предприятие (например, горно-обогатительный комбинат) может включать несколько добычных участков, обогатительный комплекс, площади для размещения отходов (отвалы пустых пород, хвостохранилища и т.д.), которые вовлечены для освоения месторождения или всего минерального узла или провинции.

Проведенные исследования показывают, что при недропользовании трансформация исходных экосистемных комплексов начинается с первых стадий освоения отдельного участка месторождения и, в зависимости от масштабности вовлечения объектов минеральных ресурсов, их видов, геоэкологических условий, преобразования могут принять локально-очаговую (местную) или региональную форму.

ГЛАВА 4. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ НЕКОТОРЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИИ В УСЛОВИЯХ ЯКУТИИ

Результаты проведенных исследований, охарактеризованные в предшествующих главах, рассматриваются нами как общая методологическая и геоэкологическая основа для последующей разработки более конкретных эколого-географических и технологических решений при размещении объектов недропользования и осуществления добычных работ.

В частности, систематизированы наиболее существенные особенности экосистем региона и необходимые требования, которые необходимо учитывать при недропользовании (табл. 4.1). Выявлено, например, что наиболее актуальными условиями экологически безопасного ведения горных работ наряду с совершенствованием технологии добычи полезных ископаемых являются вопросы снижения пылевых выбросов и разработка основ нормируемого недропользования и рекультивации нарушенных земель с учетом природных особенностей криолитозоны.

Проведенные автором с коллегами работы по инвентаризации отходов производства горных предприятий Якутии (Дахашкин, Иванов, 2003; Дахашкин, Иванов и др., 2004; Иванов, Дахашкин, Назарова, 2007; Назарова, Иванов, 2010) позволили установить, что наиболее объемными, занимающими значительные площади отходами являются пустые породы, которые складировются в отвалы. И если такие отходы как металлолом, отработанные шины автотранспорта, люминесцентные лампы, отходы различных масел и т.д. можно утилизировать на месте или вывести в специализированные предприятия, то единственным на сегодняшний день способом снижения негативного влияния отвалов пустых пород остается их рекультивация. Однако, проведенный нами анализ показал, что в условиях Севера не все методы и способы по рекультивации отвалов пустых пород могут быть применены с должной эффективностью.

Основные условия сохранения экосистем

Элементы экосистем	Особенности экосистем Якутии	Требования, которые необходимо учитывать при недропользовании
Многолетне-мерзлые горные породы	Низкая отрицательная, местами знакопеременная температура пород	Особые требования при выборе технологии разработки месторождений; Повышенные требования по снижению пылеобразования при горных работах; Минимально-возможные обнажения почвенно-растительного покрова; Необходимость изоляции бортов выработок с льдистыми включениями для минимизации процессов термоэрозии
	Льдистость пород, наличие линз льда	
	Зависимость температуры пород от наличия термоизолирующего слоя	
Атмосферный воздух	Экстремальные температурные показатели	Особые требования к условиям эксплуатации горной и транспортной техники; Специальные способы и средства для снижения пылевыведений при горных работах; Необходимость пересмотра нормируемых показателей
	Вертикальная температурная стратификация	
	Низкая самоочищаемость	
Поверхностные воды	Длительный ледостав	Особые требования по эксплуатации водных объектов; Необходимость разработки специальных способов и средств биологической очистки сточных вод; Необходимость пересмотра нормируемых показателей
	Низкая температура воды	
	Низкая самоочищаемость	
Почвенный покров	Особый гидротермический режим	Необходимость снижения техногенного воздействия на прилегающих к горному отводу территорий (снижение объемов выбросов, ограничение использования тяжелой техники вне зоны горного отвода); Необходимость разработки специальных способов биологической рекультивации нарушенных земель; Необходимость пересмотра нормируемых показателей
	Малая мощность профиля	
	Низкая устойчивость к техногенному воздействию;	
	Низкая самоочищаемость Высокая способность к загрязняемости	
Растительный покров	Низкая биопродуктивность	Необходимость снижения техногенного воздействия на прилегающих к горному отводу территорий (снижение объемов выбросов, ограничение использования тяжелой техники вне зоны горного отвода); Необходимость разработки специальных способов биологической рекультивации нарушенных земель; Необходимость пересмотра нормируемых показателей.
	Низкая устойчивость к техногенному воздействию и медленное восстановление.	
	Особая чувствительность к химическому загрязнению.	
Животный мир	Низкое биоразнообразие	Необходимость снижения техногенного воздействия на прилегающие к горному отводу территорий (снижение объемов выбросов, ограничение использования тяжелой техники вне зоны горного отвода, ограничение охоты).
	Низкая плотность населения	

4.1. Экологическое оздоровление производственной зоны при горных работах по пылевому фактору

Как изложено в предыдущих главах, добыча полезных ископаемых, в том числе и разработка угольных месторождений, сопровождается загрязнением атмосферного воздуха, пылегазовыделениями при проведении большинства технологических операций. При этом уровень пылевых выделений зависит от многих факторов, основными из которых являются пылеобразующая способность угольных пластов и вмещающих горных пород, микроклимат в районе ведения работ (температура и влажность воздуха, скорость движения воздушного потока), способ разработки месторождения (открытая или подземная добыча), технология ведения горных работ, применяемая техника, ее оснащение пылеулавливающими и пылеподавляющими устройствами, принятая схема проветривания горных выработок, эффективность мероприятий в борьбе с пылью и т.д.

Исследованиями (Дядькин, 1965; Кудряшов, 1976) установлено, что пылеобразующая способность горных пород при прочих равных условиях зависит от их температуры, что предопределяет высокий уровень пылевых выделений при горных работах на Севере.

Как отмечается в (Угольная база ..., 1999) пыль угольных пластов большинства месторождений Северо-Востока России взрывоопасна. Взрывоопасность угольной пыли зависит от выхода летучих веществ, дисперсного состава пыли, содержания в ней золы и влаги, скорости и влажности воздуха в выработках, содержания метана в шахтной атмосфере и др.

В петрографическом составе углей преобладает витринит, для которого характерна очень высокая степень трещиноватости вплоть до пылеобразного состояния. Содержание свободного SiO_2 во вмещающих породах некоторых месторождений (Кангаласское, Сангарское, Джебарики-Хайское, Омсукчанский угольный бассейн, Анадырское) превышает допустимую норму по силикозоопасности в 3-4 раза. В элементном составе взвешенной угольной пыли

обнаруживаются в значительных количествах микрокомпоненты, которые имеют наивысший класс опасности для окружающей среды и человека (бериллий, ванадий, хром, барий, свинец и т.д.) и обладают токсичными, канцерогенными, мутагенными свойствами, способны к накоплению в элементах среды и внедрению в круговорот веществ (Чебаненко, Майсюк, 1999). В отдельных исследованиях (Ларин, Окунев, Громов, 1999) отмечается, что открытая добыча создает условия для накопления в атмосфере выбросов автотранспорта, в том числе полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), канцерогенная опасность которых не вызывает сомнений.

Таким образом, загрязнение рабочих мест и атмосферы в целом пылегазовыми выбросами при разработке угольных месторождений негативно отражается на здоровье работающих и на состояние природной среды.

Открытая разработка месторождений полезных ископаемых характеризуется значительным пылеобразованием при всех технологических циклах. При открытой разработке угля 40-50% пыли образуется при взрывных работах, 20-25% выделяется при погрузке отбитой горной массы и 25-40% при транспортировке по внутрикарьерным дорогам. От 5-15 % (при транспортировке) до 70-75% (массовые взрывы) пыли выносятся за пределы карьера. Дополнительное загрязнение атмосферы происходит при переходе во взвешенное состояние пыли ранее осевшей на поверхность внутрикарьерного пространства, отвалов горных пород и пыли, образующейся при физической, тепловой эрозии обнаженных уступов породных и угольных отвалов (Осодоев, 1987).

Как было отмечено в главе 3 настоящей работы пылегазовое облако, образуемое при массовых взрывах в карьере подхваченное воздушным потоком может распространиться на значительные расстояния от источника выделения, попутно загрязняя оседающими мелкодиспергированными продуктами взрыва прилегающую к карьере территорию.

При подземной разработке углей в условиях криолитозоны многолетними исследованиями (Куренчанин, 1974; Осодоев, 1975; Чемезов, 1984; Иванов, 1990)

установлено, что запыленность воздуха при работе высокопроизводительных выемочных комбайнов в 4 раза превышает те же данные при проходке выработок комбайнами и в 6-10 раз при других операциях (табл. 4.2). Приведенные данные показывают на зависимость запыленности от сезонных изменений параметров поступающего в шахту воздуха (температуры, влажности). Зимой в выработках северных шахт преобладают испарительные процессы, поэтому запыленность выше, чем летом, для которого характерны конденсационные процессы (Дядькин, 1974).

Таблица 4.2.

Запыленность воздуха на угольных шахтах

Якутии и Магаданской области, мг/м³

Технологический процесс	Зимой		Летом	
	Максимально разовая	Средняя за процесс	Максимально разовая	Средний за процесс
1	2	3	4	5
Шахта «Сангарская», пласт «Логовой» (Якутия)				
Выемка угля комбайном	2480	1736	739	517
То же с орошением	443	310	199	139
Зачистка комбайном	745	521	390	273
Проходка комбайном 4ПУ	625	437	230	142
Бурение шпуров	416	291	98	68
Транспортирование угля скребковым конвейером	175	122	60	42
Пласт «Слоистый» (Якутия)				
Выемка угля комбайном 2К-52 М	1002	701	742	519
То же с орошением	445	311	94	66
Транспортирование угля скребковым конвейером	96	67	68	47
Бурение шпуров	89,3	62	50	35
Пласт «Юбилейный»				
1	2	3	4	5
Выемка угля комбайном 2К-52	525	367	410	287
То же с орошением	290	203	220	154
Шахта «Джебарики-Хая» (Якутия)				
Выемка угля комбайном КШ-3М	3847	2693	-	-
То же с орошением	267	188	-	-
Выемка угля комбайном 1ГШ-68	3090	2163	2005	1403
То же с орошением	1045	731	505	353
Выемка угля комбайном 2К-52	1460	1022	760	532

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3		4
То же с орошением	565	395	342	239
Проходка комбайном ГПК	943	660	630	441
Бурение шпуров	230	161	136	95
Пересып ленточного конвейера	447	313	320	224
Транспортирование угля ленточным конвейером	120	84	52	36,4
Транспортирование угля скребковым конвейером	76	53	42	29
Шахта «Анадырская» (Магаданская область)				
Выемка угля комбайном КПШ-3М	1670	1169	366	256
Проходка комбайном ГПК с орошением	630	441	51,7	36,2
Бурение шпуров	40	28	23	16
Скреперование лебедкой	79	55	31	22
Транспортирование угля ленточным конвейером	40	28	24	16
Шахта «Кадыкчанская» (Магаданская область)				
Погрузка горной массы машиной 2ПНБ-2 в вагоны	379	265	275	192
Бурение шпуров	262	183	49	34
Скреперование угля в камере	326	226	96	67
Погрузка угля конвейером	305	213	265	185
Шахта «Кедровская» (Магаданская область)				
Бурение шпуров	156	119	32	22
ПЕРЕГРУЗКА угля конвейером	147	103	41	28
Транспортирование угля скребковым конвейером	42	29	20	14

Основную часть витающей по горным выработкам пыли составляют мелкие фракции способные проникать в легкие человека. Мелкодисперсная пыль, увлекаемая вентиляционной струей, выбрасывается на поверхность шахты и может оказать отрицательное воздействие на почвенно-растительный покров прилегающей территории.

Обследования подземных рабочих, проработавших на угольных шахтах Северо-Востока России 10 и более лет, показали, что признаки заболевания антраксликозом среди них выявлены у 51 %, а хронический пылевой бронхит - у 12,1 % (Гигиена труда..., 1981). Данная проблема связана со сложностью решения задач обеспыливания атмосферы шахт зоны многолетней мерзлоты и низкой эффектив-

ностью известных средств пылеподавления, многие из которых применяются в шахтах Севера без учета конкретных условий разработки месторождений.

В связи со значительным ухудшением условий труда, связанных с интенсивным пылевыведением при работе горной техники в карьерах и подземных выработках и очистных забоях в начале 60-х годов прошлого века по инициативе академика А.А. Скочинского начала развиваться новое направление в науке - горная аэрология. За прошедший период усилиями научно-исследовательских и проектных институтов страны в решении теоретических и практических вопросов проблемы обеспыливания воздуха при горных работах достигнуты серьезные результаты. В данной области широко известны работы Ф.А. Абрамова, И.П. Белоногова, П.В. Бересневича, Н.З. Битколова, Г.С. Гроделя, Г.В. Калабина, В.Н. Качана, Б.Ф. Кирина, М.М. Конорева, В.В. Кудряшова, А.А. Кулешова, А.Н. Купина, В.С. Ивашкина, И.Г. Ищука, Л.Я. Лихачева, В.А. Михайлова, Н.В. Ненашева, Г.Ф. Нестеренко, В.С. Никитина, И.В. Новикова, Е.И. Онтина, П.М. Петрухина, Г.А. Позднякова, Е.В. Саранчука, А.Ф. Сачкова, В.В. Рекуна, А.А. Трубицина, К.З. Ушакова, Е.Н. Чемезова и многих других.

Вопросами снижения запыленности воздуха на карьерах и шахтах криолитозоны занимались А.И. Божедонов, Е.Т. Воронов, Г.П. Довиденко, В.В. Кудряшов, В.К. Куренчанин, М.Т. Осодоев, И.П. Петров, Е.Н. Чемезов, П.Д. Чабан и др.

Проведенный автором анализ способов и средств снижения запыленности воздуха на угольных карьерах (Иванов, 2007) и обобщение результатов вышеприведенных исследований позволяет рекомендовать для карьеров Якутии комплекс мероприятий по снижению пылеобразования при различных технологических циклах горных работ (табл. 4.3). Выбор тех или иных способов и средств снижения пылеобразования зависит от горно-эксплуатационных и геоэкологических условий районов освоения.

Для решения проблемы нормализации условий работы по пылевому фактору на угольных шахтах автором в течение многих лет проводились теоретические, лабораторные и шахтные экспериментальные исследования взаимодействия оро-

шающей жидкости с угольной пылью, кинетики смачивания водой мерзлой угольной пыли, предварительного увлажнения угольных пластов, выбора конструкции и обоснования параметров применения наиболее эффективного средства орошения при работе угольных комбайнов в условиях криолитозоны.

Таблица 4.3

Комплекс мероприятий для снижения пылеобразования при открытой раз-
работке месторождений полезных ископаемых

Технологические циклы	Рекомендуемые мероприятия по снижению пылеобразования	Эффектив- ность спо- соба, %
Взрывные работы	взрывание ВВ с нулевым или близким к нему кислородным балансом	Снижение пылеобра- зования на 82-96 %
	взрывание на неубранную горную массу	
	применение водоустойчивых ВВ	
	взрывание глубоких скважин с воздушными промежутками	
	выбор минимальных расстояний между взрыва- емыми блоками	
	гидрозабойка скважин растворами солей или применение емкостей с водой или ПАВ	Быстрое рассеивание
	проведение взрывов в период максимальной ветровой активности	
	применение различных оросителей, снегогене- раторов	85-95
Погрузочно- разгрузочные работы	оросители, туманообразователи, снегогенерато- ры	
Автотранспорт	Сухая уборка пыли	
	Покрытие естественным или искусственным снегом	
	Орошение водным раствором ПАВ	
	Обработка отработанными маслами	

Теоретические расчеты и лабораторные эксперименты позволили устано-
вить зависимость изменения силы адгезии и смачивания при повышении темпера-
туры воды (Иванов, Малышев, Чемезов, 1984; Иванов, Муксунов, 1989, Иванов,
1990). Обработка результатов экспериментов методом линейной корреляции поз-
волила получить обобщенную для исследованных углей зависимость величины
краевого угла от температуры воды, вида:

$$\theta = 62,62 - 0,365 t_{\text{в}}, \text{ град}; \quad (4.1)$$

Взаимодействие жидкости с твердой поверхностью можно характеризовать работой адгезии W_a и смачивания W_c . Работа адгезии определяется той работой, которую необходимо затратить для удаления жидкости с твердого тела и описывается уравнением (Зимон, 1974):

$$W_a = \sigma_{жсг}(1 + \cos \theta), \text{ эрг/см}^2; \quad (4.2)$$

Смачивание является результатом взаимодействия жидкости с твердым телом. Работу смачивания можно определить по формуле (Новые способы ..., 1975):

$$W_c = \sigma_{жсг}(1 - \cos \theta), \text{ эрг/см}^2 \quad (4.3)$$

В уравнениях (4.2) и (4.3) $\sigma_{жсг}$, - поверхностное натяжение жидкости.

На рис. 4.1 приведено изменение работы адгезии и смачивания при повышении температуры воды для углей шахт "Сангарская" и "Джебарики-Хая", впервые полученные нами по результатам исследований (Ларионов, Иванов, Чемезов, 1988; Иванов, Муксунов, 1989, Иванов, 1990).

Так как, молекулярное обтекание связано с поверхностными явлениями (Физико-химические ..., 1984), то и оценивать его можно работой, которую необходимо затратить для отрыва пылинки от капли, т.е. работой адгезии по уравнению (4.2). В связи с этим по полученным результатам можно характеризовать и взаимодействие пылевых частиц с каплями жидкости при гидро-обеспыливании в условиях шахт Севера. Полученные данные (рис. 4.1) показывают, что подогрев воды до 50 °С для орошения улучшает адгезионные процессы. Дальнейшее повышение температуры воды не вызывает существенного изменения работы адгезии.

Данные результаты подтвердились при исследовании кинетики смачивания водой мерзлой угольной пыли на специально разработанной лабораторной установке (Ларионов, Иванов, Чемезов, 1988; Иванов, 2007). Эксперименты по смачиванию угольной пыли водой с различной температурой показали, что независимо от продолжительности контакта, характерно резкое повышение впитываемой влаги при повышении температуры жидкости до 59 °С. (рис. 4.2).

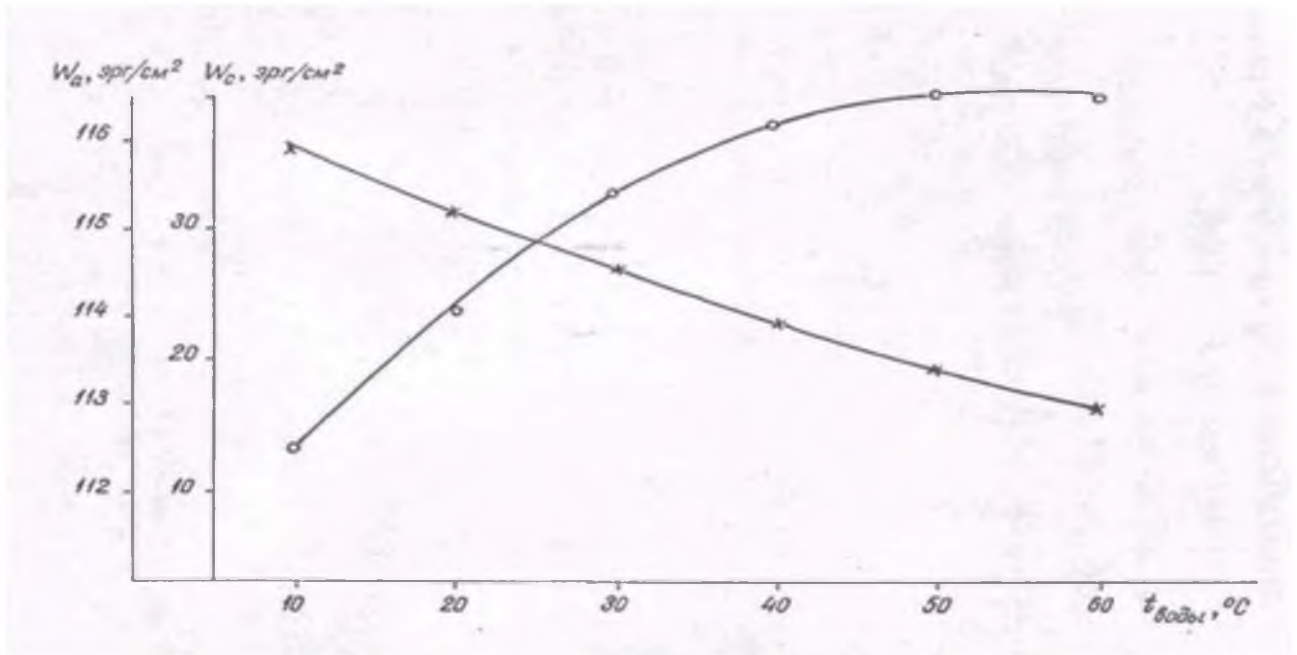


Рисунок 4.1. Характер изменения силы адгезии и смачивания при повышении температуры воды. о-о – работа адгезии; х-х – работа смачивания

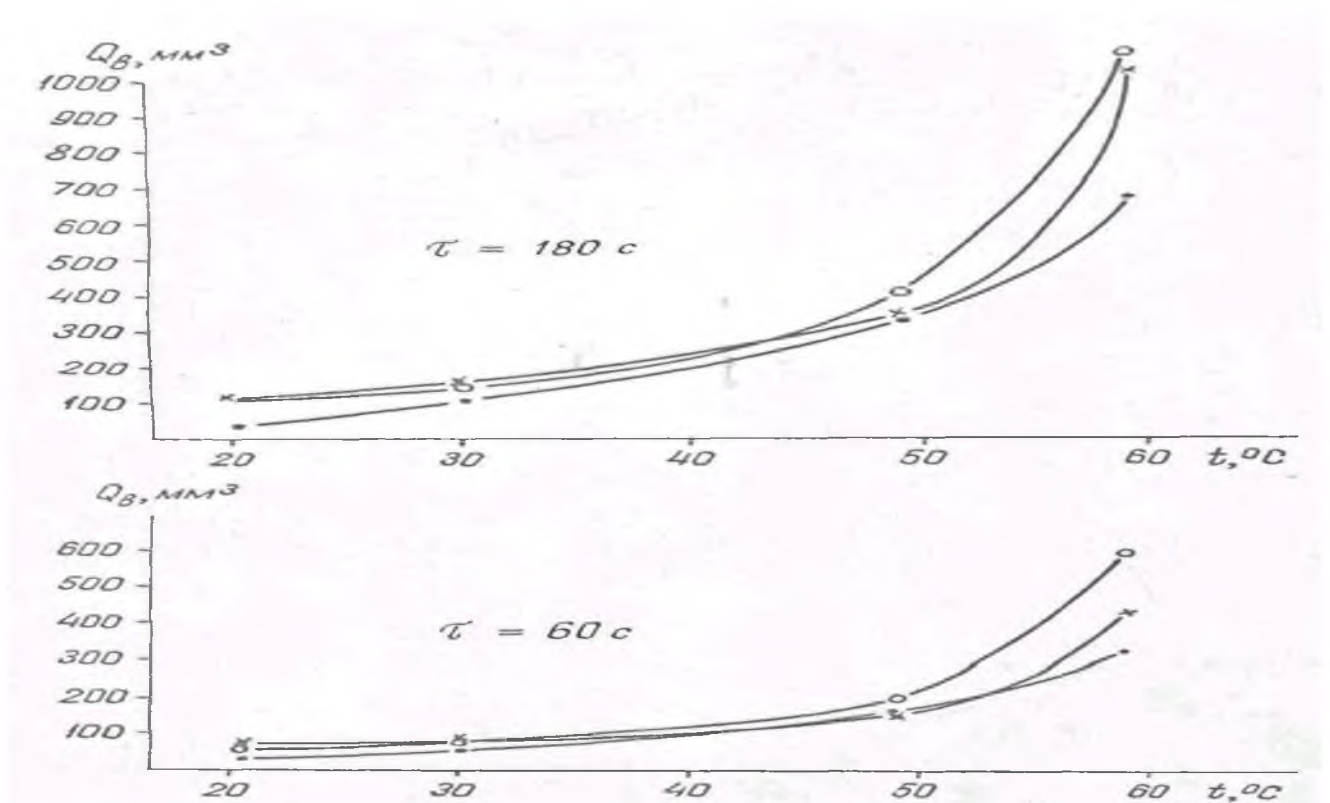


Рисунок 4.2. Изменение объема впитываемой жидкости от температуры.

•-• – для пыли фракции 0-50 мкм; х-х – для фракции 50-100 мкм; о-о – для фракции 100-200 мкм.

Характер кривых свидетельствует о нецелесообразности дальнейшего повышения температуры воды, выше 50°C происходит почти мгновенное смачивание пробы пыли. В работе (Журавлев, Беспалов, 1988) отмечается, что при доведении температуры жидкой фазы до 50°C наступает "порог смачивания", т.е. при этом происходит резкое увеличение константы скорости смачивания. Авторы объясняют это тем, что с увеличением температуры активизируются процессы взаимодействия между частицами угольной пыли и молекул воды. При достижении "порога смачивания" энергия активации молекул воды и твердых частиц становится минимальной, поэтому дальнейшее повышение температуры жидкости не влияет на скорость смачивания.

На лабораторном стенде, позволяющем моделировать процесс гидрообеспыливания при заданных параметрах поступающего пылевоздушного потока (скорость и температура воздуха, дисперсность пыли), факела орошения (давление, температура и расход воды), получена формула для определения эффективности гидрообеспыливания в зависимости от рассматриваемых факторов (Иванов, 2007):

$$\eta = \frac{n - (154,8 - 0,5t_w - 24,4P_w - 3,25q = 0,9t_{возд}) \cdot 100\%}{n_o}, \quad (4.4)$$

где: n_o - начальная запыленность воздуха, мг/м³;

t_w - температура воды, °C;

P_w - давление воды, подаваемой на орошение, МПа;

q - расход воды через форсунку, л/мин;

$t_{возд}$ - температура пылевоздушного потока, °C.

Полученная формула позволяет оценить воздействие, как отдельных физических факторов, так и совместного влияния температуры, расхода, давления воды при определенной температуре воздуха на эффективность пылеподавления при гидрообеспыливании.

Проведенные нами шахтные исследования фильтрационных свойств угольных пластов (Иванов и др., 1993; Иванов, Малышев, Довиденко, 1993) позволили определить их характеристики по увлажняемости и параметры предварительного

увлажнения для минимизации пылеобразования при отбойке угля горными комбайнами. Так, например, для пластов шахты "Сангарская" приведены следующие выводы:

- По средней эффективной пористости угольные пласты "Сложный", "Юбилейный", "Сапропелевый" относятся к увлажняемым. Эффективная пористость колеблется от 0,97 до 9,2 %.

- По среднему коэффициенту фильтрации пласт «Сложный» характеризуется как трудноувлажняемый. Равномерное увлажнение пласта затруднительно в связи с наличием 3-5 породных прослоев, фильтрация воды через которые в 6-7 раз меньше, чем по углю.

- Состояние пород кровли в переходных и подмерзлотных зонах, в которых ведутся горные работы, характеризуются склонностью к нарушениям. При увлажнении угля возможны осложнения в управлении кровлей из-за ее ослабления, образования трещин и куполов. В связи с этим применение предварительного увлажнения должно быть оценено с точки зрения устойчивости кровли и обеспечения безопасности работ.

На основе анализов применяемых в шахтах севера средств гидрообеспыливания, лабораторных и шахтных экспериментов по выбору эффективных параметров факела орошения нами разработан многоструйный ороситель с регулируемым расходом и самоочищением шахтной воды от механических взвесей (Приложение 1), конструкция которого обеспечивает (Чемезов, Малышев, Иванов и др., 1982; Иванов и др., 1988;; Иванов и др., 1990):

- создание плотного факела орошения мелкодиспергированной жидкости;
- возможность регулирования расхода жидкости;
- устранение засорения сопла оросителя взвешенными частицами, содержащимися в шахтной воде.

Конструктивные особенности оросителя (Приложение 1) защищены авторскими свидетельствами на изобретение (Ороситель, 1984; 1986).

Рекомендуемые параметры для использования многоструйных оросителей для шахт Севера приведены в Приложении 2.

По результатам шахтных испытаний ороситель успешно внедрен на шахтах Якутии «Сангарская», «Джебарики Хая» и Магаданской области «Кадыкчанская» для снижения запыленности воздуха при работе очистных и проходческих комбайнов (Приложение 3).

Геоэкологический эффект от использования многоструйных оросителей заключается в значительном снижении образующейся при работе угольных комбайнов первоначальной пыли. При этом достигается нормализация рабочей зоны в очистном или проходческом забое по пылевому фактору, улучшается пылевая обстановка во всех последующих по схеме вентиляции шахты горных выработках, что снижает вероятность заболевания горнорабочих различными пневмокониозами, устраняет опасность возникновения взрывов пылегазовой смеси и приводит к минимизации вредных выбросов шахты в атмосферный воздух.

Результаты исследований по снижению пылеобразования использованы для разработки рекомендаций по комплексному обеспыливанию угольных шахт Северо-Востока страны (Временное руководство ..., 1986), которые были приняты для внедрения производственными объединениями «Якутуголь» (Приложение 4).

4.2. Мероприятия по рекультивации нарушенных земель при недропользовании

Вопросы о восстановлении нарушенных территорий ставились еще 100-150 лет назад в Европе, Англии, Америке. После второй мировой войны эта проблема охватила многие регионы и страны и превратилась в целое направление – рекультивация земель (Рекультивация земель..., 1968). Рекультивацию земель в СССР начали проводить в угольной промышленности с 1956 года, железорудной и горно-химической – с 1958 г., в цветной металлургии и промышленности строительных материалов – в 60-е гг. (Эскин, 1975).

В законодательном порядке восстановление земель, нарушенных открытыми горными работами, начали регламентировать с начала 70-х годов с утверждением «Основ земельного законодательства Союза ССР и союзных республик» и ряда ведомственных постановлений (Зубченко, Сулин, 1980). В настоящее время в России действуют восемь ГОСТов по рекультивации разработанные еще в 1983-1985 годах, только некоторые из них дополнены в 2002-2003 годах. Вопросы рекультивации рассмотрены во всех основных правовых документах (законах, кодексах и т.д.). Кроме того по проведению рекультивации имеется много различных документов, инструкций и руководств, которых не всегда придерживаются при восстановительных работах на отработанных землях (Временное руководство..., 1980; Рекомендации..., 1980; Методические указания..., 1984; Руководящий документ..., 1987; Временная инструкция..., 1990; Методическое руководство..., 1998 и др.).

Анализ материалов позволяет констатировать, что во многих из них не приводятся нормативные показатели, которые необходимо соблюдать при проведении рекультивационных работ при недропользовании в условиях Севера. В основу многих из данных документов положен принцип восстановления нарушенных земель до состояния, позволяющего вновь вовлечь эти территории в хозяйственное использование. Однако при этом не учитываются ни специфика технологического процесса разработки месторождений полезных ископаемых, ни физико-географические особенности территорий, а сами нормы недостаточно научно обоснованы (Зубченко, Сулин, 1980).

Организация работ, технологические схемы при различных вариантах рекультивации нарушенных территорий, рекомендуемая техника при проведении технического этапа рекультивации в условиях Северо-Востока рассмотрены во многих работах (Зубченко, Сулин..., 1980; Временная инструкция ..., 1990; Заудальский, Козлов, 1998). Тем не менее в Якутии до настоящего времени рекультивационные работы не получили широкого применения. Так, например, объемы проведенных работ по рекультивации крупными недропользователями составля-

ют всего 10-15% от общей площади нарушенных земель и в основном выполняются в виде технического этапа рекультивации по планировке поверхностей отвалов (табл. 4.4, 4.5).

Таблица 4.4

Площади нарушенных, оработанных и рекультивированных земель
по АК «АЛРОСА» (Государственный доклад ..., 2010)

Площадь, га	Годы		
	2008	2009	2010
нарушенных	542,1640	1517,2620	1180,3947
отработанных	173,4740	1218,3620	876,0750
рекультивированных	157,1100	1050,2010	961,4400

Таблица 4.5

Сведения об использовании земель по некоторым золотодобывающим
предприятиям (Государственный доклад ..., 2010)

Параметры	Единица измерения	2008 год	2009 год	2010 год
ООО «Нерюнгри-Металлик»				
Всего земель	га	473,7	996,9	996,9
Площадь нарушенных земель	га	473,7	996,9	996,9
Площадь отработанных земель	га	0,0	67,8	0,0
Площадь рекультивированных земель	га	0,0	67,8	0,0
Площадь сданных земель	га	0,0	67,8	0,0
ОАО «Селигдар»				
Всего земель	га	332,0	415,645	429,945
Площадь нарушенных земель	га	332,0	415,645	429,945
Площадь отработанных земель	га	303,6	407,25	407,25
Площадь рекультивированных земель	га	28,0	0,0	5,0
ООО «Прогресс»				
Всего земель	га	289,4	289,4	289,4
Площадь нарушенных земель	га	52,4	63,5	98,9
Площадь отработанных земель	га	0,0	0,0	0,0
Площадь рекультивированных земель	га	28,0	0,0	5,0

Добычей угля на территории РС(Я) занимаются 18 юридических лиц, эксплуатирующих 16 горных объектов (3 шахты и 13 разрезов). Суммарная производственная мощность всех действующих предприятий в 2008 году составила 13 млн. тонн. При этом за 2009 год нарушено земель – 29,63 га; рекультивировано 8,6 га. В 2008 году работы по рекультивации не проводились (Государственный доклад ..., 2010).

Биологический этап рекультивации в большинстве случаев не проводится, и нарушенные земли оставляются на «самоизлечение». Процесс самозарастания растительностью поверхности и откосов отвалов длительный и занимает продолжительное время в зависимости от многих факторов, таких как климатические показатели, положение в рельефе, литология отложений, увлажнение субстрата, тип и степень нарушений территории и др. Например, в работах (Левит, Пикалова, 1980; Баталов и др., 1989) отмечается, что в условиях благоприятного климата и при наличии источников семян в окружающих сообществах, процесс самозарастания происходит достаточно интенсивно, и тем не менее только к 10-15-му году сукцессии поверхность субстрата может быть уже покрыта практически сплошным дерном трав и даже разреженным пологом деревьев и кустарников.

При суровом резко континентальном климате Якутии, особенно на ее северных районах процесс самозарастания нарушенных земель может занять еще более длительный период времени.

Сопоставляя сведения о рекультивации, взятые из различных документов, а также оценивая общее состояние рекультивационных работ по Якутии, приходим к следующим выводам.

1. Рекультивационные и природовосстановительные работы находятся в неудовлетворительном состоянии. Рекультивация участков рудных месторождений за все годы их эксплуатации не проводилась. В лучшем случае руководством горных предприятий согласовывался лишь вопрос об отводе нарушенных земель «под самозарастание», т.е. они оставлялись в первозданно-техногенном виде, изобилуют обрывами, вертикальными стенками бортов карьеров, остатками бро-

шенного оборудования и т.д.

2. На россыпных месторождениях проводится только горнотехническая рекультивация в виде планировки площадей, или «противоэрозионная» присыпка отвалов более грубообломочным материалом для предотвращения их размыва паводковыми водами.

3. Приводимые в разных отчетных документах цифры подчас противоречивы, эффективность природоохранных мероприятий, в том числе рекультивационных работ не оценивается, из-за чего лесо- и землеустроительные организации, а также сельскохозяйственные предприятия воздерживаются от приема на свой баланс (в свой фонд) «рекультивированные» земли.

Проблема биологической рекультивации в Якутии находится только на стадии опытных исследований. Так, например, лабораторией охраны природы института «Якутниипроалмаз» в 80-х годах проводились посевы многолетних трав с применением различных доз минеральных удобрений и с насыпкой плодородного слоя разной толщины (Лебедева, Лонкунова, 1990) на отвалах карьера «Мир» НПО «Якуталмаз». Первые результаты данных опытов показали перспективность создания кормовых угодий при внесении плодородного слоя до 20-40 см на поверхность породных отвалов и определенных доз минеральных удобрений.

Институтом ВНИИ-1 в 80-х годах аналогичные работы проводились на дражных отвалах Южной Якутии (Кузьмин, 1985; Петрова, 1994). Опыты показали реальные возможности использования рекультивированных земель в сельскохозяйственном производстве в условиях криолитозоны. Экспериментально доказаны необходимость и рентабельность биологической рекультивации речных долин, и возможность создания на отработанных дражных полигонах (Алдан, Средняя Колыма) пахотных угодий для овощных и кормовых культур (Техногенные экосистемы ..., 1985). Подобные работы велись Институтом биологии ЯНЦ СО РАН на Кангаласском разрезе (г. Якутск) и в Южной Якутии (Петрова, 1996). Однако, дальнейшее развитие эти работы не получили из-за сравнительной дороговизны проведения биологической рекультивации в промышленных масштабах.

Сотрудниками Института прикладной экологии Севера АН РС (Я) в Мирнинском и Алданском улусах с 1984-го года ведутся работы по изучению процессов самозарастания отвалов, исследованию водно-физических и химических свойств пород, динамики процессов почвообразования, подбору ассортиментов кустарников и многолетних трав, возможности озеленения откосов отвалов пустых пород (Тарабукина, 1996; Миронова, 1996).

По долине р. Селигдар в 1994 г. были заложены участки, на которых проведены опыты по ускорению самозарастания отвалов путем применения различных доз минеральных удобрений (Миронова, 2000). Предварительные результаты показали, что удобрения помогают быстрому закреплению трав на техногенном субстрате и выявили эффективность применения оптимальной дозы (до 100 кг/га) азотных удобрений на «молодых» (отсыпанных сравнительно недавно) отвалах.

При решении вопроса рекультивации определенной площади нарушенных земель необходимо в первую очередь изучить рекультивационный потенциал данной территории, Главными показателями которого считаются состояние техногенной поверхности, характеристика постилающих грунтов и степень самозарастания нарушенного участка.

Дополнительно изучаются геоэкологические особенности района расположения участка (климатическая зона, преобладающая роза ветров, возможность развития термоэрозионных процессов, удаленность от населенных пунктов и т.д.), пригодность грунтов (на отвалах, хвостохранилище, промплощадке и т.д.) для биологической рекультивации по их агрофизическим свойствам и химическому составу. На естественных, окружающих нарушенные земли участках, изучается ботанический состав растительности и оценивается возможность залета семян растений до участков рекультивации.

Накопленный материал используется при выборе направления рекультивации и, соответственно, при планировании технического и биологического этапов работ.

Как показал анализ геоэкологических и горнотехнических условий разработки россыпных алмазных месторождений (главы 2 и 3) многие из них отрабатываются в отдаленных, труднодоступных, глухих местах. Для таких районов трудно сейчас ставить задачу повсеместной активной биологической рекультивации и в практике нарушенные земли в этих условиях оставляются для естественного зарастания. Однако, в случаях, когда карьеры или отвалы угрожают массивными загрязнениями окружающей среде, гибелью флоры и фауны на больших территориях, необходимы меры по консервации нарушенной поверхности. Рекультивационные работы в таких случаях принимают природоохранную направленность.

При разработке россыпных месторождений в арктической лесотундре происходят значительные изменения рельефа, связанных с изменением геоэкологических условий днищ речных долин. В результате активной эрозии русловых и пойменных техногенных комплексов резко повышается содержание взвешенных частиц в водотоках. Высокая мутность и зарегулирование стока техногенными водоемами обуславливают устойчивую тенденцию повышения температуры поверхностных вод в 1.3-1.5 раза и увеличение стока на 5-10 дней (Замощ..., 1987).

Многочисленные отводы русел реки приводят к формированию техногенных таликовых зон, а трансформация рельефа поверхности, уничтожение почвенно-растительного покрова, дезинтеграция пород по гранулометрическому составу определяют изменения внешнего и внутригрунтового теплообмена, коэффициентов фильтрации и мощности слоя сезонного протаивания. Перечисленные явления определяют увеличение тепловой нагрузки на мерзлые породы днищ долин, в связи, с чем их температура увеличивается на 3-5⁰С (Замощ, Папернов, 1987).

Для успешного, эффективного проведения технической рекультивации и создания условий самозарастания растительности необходимо изучение особенностей природно-техногенных комплексов образовавшихся в процессе разработки

месторождений. В табл. 4.6 нами сведены результаты анализа ПТЭСК при отработке россыпей алмазов Якутии.

Таблица 4.6

Результаты анализа горнотехнических условий проведения
рекультивационных мероприятий при разработке месторождения «Биллях»

Виды нарушений рельефа местности	Факторы, осложняющие проведение рекультивации	Факторы, благоприятствующие самозарастанию нарушенных территорий
Горные выработки, отвалы вскрышных пород (торфов), галечные и валунные отвалы, гидроотвалы, илоотстойники отходов обогащения песков, выемки, воронки обрушения, канавы, траншеи, плотины, дамбы и перемычки и техногенные водоемы.	1. Развитие термокарстовой эрозии поверхности из-за наличия линз льда, мощность которых доходит до 7 метров и залегающих с глубины 0,1 м. 2. Острый дефицит потенциально плодородных пород из-за минимальной мощности почвенно-растительного покрова природно-территориального комплекса	Отвалы вскрышных пород (торфов) представляют собой перемешанную массу из смеси органики с льдистыми породами аллювиального покрытия месторождения, которые при соответствующих условиях могут быть благоприятны для зарастания растительностью.
Основной вывод: Необходимость использования средств и способов противоэрозионной защиты, качественно отличных от мероприятий и технических решений, разработанных для зоны распространения талых пород.		
Задачи для решения: - изменение стока через эрозионные формы; - сохранение механических и теплофизических свойств поверхностей грунтов; - изменение морфологии эрозионных форм рельефа путем моделирования устойчивых структурных элементов (Восстановление ..., 2000).		

Основной целью природоохранной рекультивации нарушенных земель является максимальное снижение изменения рельефа местности и повторного загрязнения поверхностных вод путем минимизации эрозионных процессов, характерных для условий залегания большинства россыпных месторождений северной Якутии.

Технические решения по уменьшению активности процессов эрозии и термоэрозии должны обеспечить выполнение следующих задач (Восстановление ..., 2000):

- изменение стока через эрозионные формы;

- сохранение механических и теплофизических свойств поверхностей грунтов;
- изменение морфологии эрозионных форм рельефа путем моделирования устойчивых структурных элементов.

При прокладке трубопроводов в условиях северных тундр для снижения глубины протаивания грунта и борьбы с нежелательными криогенными процессами рекомендуется применение различных теплоизоляционных покрытий из естественных и искусственных материалов (Временное руководство ..., 1980). Из теплоизоляционных покрытий естественного происхождения могут быть использованы настил из кустарника, бревенчатый или дощатый настил с прокладками из мха или без них. При этом подчеркивается, что бревенчатый настил снижает глубину сезонного протаивания на нарушенных участках тундры примерно вдвое.

Для локальных, наиболее криогенно уязвимых участков перспективным с точки зрения технологии применения считаются высокопористые полистироловые материалы: пенопласты и полимерные пены.

При заложении различных водонаправляющих канав (руслоотводные, нагорные, дренажные, водоотводящие и т.д.) для соблюдения неразмывающей скорости водного потока намечают трассу канавы на топографическом плане горных работ, по которой определяют длину канавы, по справочникам подбирают коэффициенты заложения откоса канавы в зависимости от типа грунтов и определяют допустимую неразмывающую скорость потока в канаве. Соответствие заданных параметров канавы горно-геологическим условиям проверяются по формулам, приведенным в работе (Инструкция ..., 1989).

$$\left(\frac{vn}{\sqrt{i}}\right)^3 \leq 0,25 \frac{Q}{v\left(2\sqrt{1+m^2}-m\right)}; \quad (4.5)$$

где: v – допустимая неразмывающая скорость потока, м/с; Q – паводковый расход водотока 10%-ной вероятности превышения, м³/с; n – коэффициент шероховатостей, доли ед.; i – принимаемый угол канавы, доли ед.; m – коэффициент заложения откосов, доли ед.

Соблюдение условий достигается путем подбора уклона канавы. Площадь сечения потока по формуле:

$$W = \frac{Q}{v}; \quad (4.6)$$

В той же работе для предотвращения термоэрозии бортов существующих руслоотводных каналов рекомендуется выполнить теплоизоляционную отсыпку. Минимальная толщина слоя определяется исходя из коэффициента теплопроводности λ_t , суммы положительных температур воздуха за сезон для конкретного района $\sum t \cdot \tau$ и удельных затрат тепла на оттаивание пород Q .

$$h_{\min} = \sqrt{\frac{2\lambda_m \sum t \cdot \tau}{Q}}; \quad (4.7)$$

Для условий арктических низменностей предлагается замена руслоотводных канав трубами или лотками из синтетических материалов.

Одним из вариантов создания защитного экрана, позволяющего минимизации влияния положительных температур на боковую поверхность полигона, нами предлагается (Иванов, Божедонов, Дахашкин, 2004) направленное обрушение верхней покрывающей части борта без сильной деформации почвенно-растительного слоя. При этом опустившийся и образовавший наклонную поверхность слой с почвенно-растительным покровом служит надежным изолятором температурного воздействия на борта выработок, что позволяет избежать развития нежелательных эрозионных процессов.

Для успешного осуществления приведенного способа создания защитного экрана необходимы следующие мероприятия.

По бортам полигона в местах наиболее подвергаемых термоэрозии в начале наступления холодного периода года выполняется дополнительный объем буровзрывных работ по приведенной на рис. 4.3 схеме.

Параметры БВР устанавливаются расчетными или экспериментальными методами. Необходимо рассчитать так, чтобы верхний слой земли закрыл полностью боковую поверхность полигона без видимых трещин и обрывов мохово-растительного слоя. Обрушившийся слой необходимо предохранять от механиче-

ского воздействия. При появлении в верхней части борта полигона разрыва, необходимо его заполнить сухой породой, утрамбовать для исключения попадания в

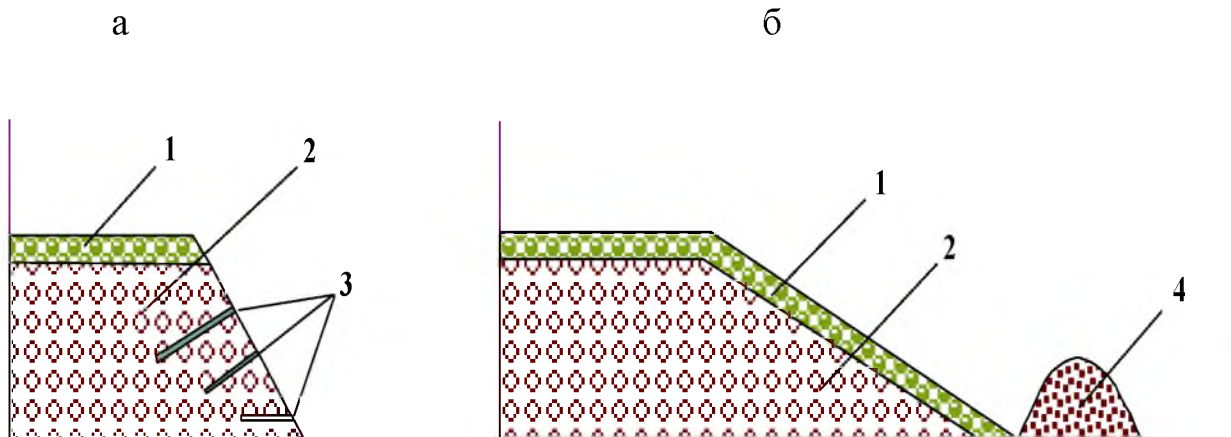


Рисунок 4.3. Схема образования термоизоляционного слоя обрушением верхнего слоя. а – борт выработки до взрыва; б – после взрыва

1 – почвенно-растительный покров; 2 – льдистая порода; 3 – шпуры для взрывания; 4 – навал породы после взрыва.

весенний период талых вод. Угол образовавшегося откоса должен быть максимально близким к углу естественного откоса. Выброшенный в результате взрывных работ навал породы в нижней части препятствует влиянию на борт выработки оттаивающего слоя и накапливающейся в выработке воды.

Проведением серии опытных взрывов и исследованиями теплофизических критериев можно установить необходимые параметры теплоизоляционного слоя с использованием естественного растительного покрова.

Теплоизоляционный слой можно создать путем использования различных отходов обогащения, например, крупнообломочного галечника, мелкодисперсных пород (эфеля), тонкого песка или илов. При этом размещение пород производится с использованием бульдозера и стачерного конвейера. На открытый борт полигона стачером укладывается слой крупнообломочных пород с таким расчетом, чтобы придать наклон максимально приближенный к углу естественного откоса. Затем наносится слой из мелкодисперсных материалов для ускорения самозарастания бортов (Божедонов, 2003). Для минимизации затрат на последующую техническую рекультивацию нарушенных территорий при выборе места размещения

отвалов вскрыши предпочтение необходимо отдавать вариантам складирования торфов на борта с открывающимися жилами льда. В этом случае при последующей оттайке ледяной жилы на борту полигона происходит ее самоизоляция торфами. Борт полигона постепенно выполаживается до угла естественного откоса.

Другой вариант создания изолирующего слоя, предлагавшийся сотрудниками ИГДС СО РАН для условий Куларского ГОКа, заключается в использовании сетки-рабица в качестве основы для торможения смывающихся частиц на борту выработки. Задержавшийся в ячейках сетки грунт способствует минимизации развития термоэрозии и служит основой для дальнейшего покрытия бортов выработки растительным слоем.

Все предлагаемые варианты создания теплоизолирующего слоя для минимизации развития эрозионных процессов необходимо испытать в производственных условиях для отработки параметров, выбора необходимого оборудования и получения максимального эффекта.

При обеспечении условий исключения эрозионных процессов в пределах природно-техногенных комплексов, образованных при разработке россыпных месторождений, развивается быстрое самозарастание растительностью нарушенных поверхностей. Данный вывод подтверждается исследованиями геофизических особенностей нарушенных земель Северо-востока Якутии и Магаданской области (Замощ, Папернов, 1987), где благоприятный водный режим способствует успешному самозарастанию растительности на подножиях и бортах отвалов.

Кроме того, на подготовленных площадках, где исключается развитие термоэрозионных процессов, эффективность биологического этапа рекультивации значительно повышается. Это подтверждается результатами успешных опытов сотрудников Научно-исследовательского института прикладной экологии Севера СВФУ на полигонах россыпных месторождений алмазов в северной Якутии (Миронова и др., 2004).

На многих районах недропользования в Якутии отмечается острый дефицит потенциально плодородного слоя (ППС), пригодного для целей проведения био-

логического этапа рекультивации. В данных условиях нами предлагаются различные варианты замены ППС нетрадиционными материалами или искусственно подготавливаемыми субстратами.

Наиболее удачный вариант замены ППС произведен на отвале №6 Мирнинского ГОКа. Нами был предложен способ применения в качестве ППС мелкозема из отвалов вскрыши расположенного поблизости россыпного месторождения (Миронова, Иванов, 2009; Миронова, Иванов, 2011). Мелкозем отсыпался автосамосвалами в минимальном объеме достаточном для покрытия откоса отвала слоем в 10-20 см на верхней части отвала. Далее проводились оформление мелких террас на отсыпанной части и посев семян местной флоры, внесение минеральных удобрений по всей площади склона отвала. В результате последующего воздействия талых вод и атмосферных осадков мелкозем распределился более-менее равномерно по склону отвала, на котором на 3-5 годы произошло зарастание растительностью с проективным покрытием более 30-40%.

Способ отличается минимальными затратами на подготовку откоса отвала под биологическую рекультивацию, не требует обязательного ухода (регулярный полив, подсеивание) и применения специальной техники (Патент №2462854).

При остром дефиците ППС и отсутствии других его заменителей необходимо подготовить субстрат из других материалов. Нами исследовалась возможность применения смеси из песка, опилок и в качестве вяжущего и минерального удобрения осадка канализационных очистных сооружений (КОС), предварительно выдержанного на специальных отстойниках. Проведенные на отвалах Айхальского ГОКа ОАО «АЛРОСА» эксперименты показали, что оптимальные пропорции субстрата необходимо определять опытным путем. Для условий Айхальского ГОКа наиболее удачным оказался вариант смеси в пропорциях песок - 40%, опилки - 35% и осадки КОС в 25%. При посеве семян местной флоры на участок с нанесенным данным субстратом уже на второй год проективное покрытие составляло 15-25%.

Данные предложения использованы при разработке проектов рекультивации некоторых объектов АК «АЛРОСА» и приняты для внедрения подразделениями компании.

Исследованиями (Миронова, Иванов, 2001; Миронова, Иванов, 2005; Миронова, Иванов и др., 2007; Миронова, Кудинова, Иванов, 2009; Миронова, Иванов, Тарабукина, 2010; Миронова, Иванов, 2011) проведенными в течении ряда лет по выбору наиболее экономичного и эффективного способа подготовки поверхности отвала угольного разреза «Нерюнгринский» к биологическому этапу рекультивации установлено, что в процессе отработки месторождения естественная залесенная поверхность горной возвышенности с абсолютными отметками от 820м до 960м нарушена и продолжает нарушаться горными и отвальными работами.

Внешний отвал «Западный» находится на западном эксплуатационном участке, отсыпан 1-2-мя ярусами и состоит из множества платообразных куполов, образующих общую поверхность с внутренними отвалами. Высоты отвалов достигают 60-100 м с откосами с углом уклона в 33-37° (рисунок 4.5).

При выявлении рекультивационного потенциала выбранного для биологической рекультивации участка особую важность приобретает изучение минералогического состава, водно-физических, химических и особенно агрохимических свойств уложенных в отвал пород, т.к. по их показателям в соответствии с ГОСТ 17.5.1.03-86 все породы делятся по пригодности к биологической рекультивации на следующие группы:

I – пригодные – плодородные и потенциально плодородные породы (рН 5.5-8.3; содержание фракции более 0.001 - 10-20% и более 0.01 мм – 20-45%);

II – малопригодные – песчаные и глинистые кислые породы (по физическим свойствам: рН 3.5-9.0; содержание фракции более 0.001 – 0-10% и 30-40% и более 0.01 мм – 0-20% и-45-75%; по химическим свойствам: рН 3.5-9.0; содержание фракции более 0.001 – 10-20% и более 0.01 мм – 20-45%;

III – непригодные – сульфидсодержащие и сильно засоленные тяжелые глины скальные породы, конгломераты (рН 3.5-9.0; содержание фракции различного механического состава – более 75%).

Изучение вскрышных пород Сибири позволило сделать 2 весьма важных для практики и теории оптимизации техногенных экосистем вывода (Трофимов, Рагим-заде, 1985):

1) все вскрышные породы осадочного происхождения, прошедшие в отдаленные геологические эпохи через стадии почвенного развития, сохраняют в своей «памяти» признаки плодородия, т.е. в их валовом химическом составе обнаруживаются элементы-биогены, аккумулярованные биотой былых экосистем;

2) большая часть вскрышных пород месторождений полезных ископаемых Сибири в отличие от европейской части и Урала не содержит в своем составе токсичных для высших растений элементов и соединений, что в значительной степени облегчает проведение работ по оптимизации техногенных экосистем, в том числе при рекультивации.

Вмещающие вскрышные породы разреза «Нерюнгринский» представлены в основном крупно-, средне- и мелкозернистыми песчаниками, кварц-полевошпатового состава, в незначительном количестве алевролитами, аргиллитами, гравелитами и конгломератами высокой литификации.

Для пород данного отвала характерно скелетность и каменистость до 91%. Объемная масса в слое 0-10 см на отвале варьирует от 1,38 до 1,53 г/см³, т.е. близка к объемной массе для естественных песчаных почв.

По величине рН (5,7-8,4) породы пригодны и вполне пригодны для биологической рекультивации. Обеспеченность пород подвижными формами фосфора низкая и очень низкая, а обменным калием обеспечены от низкой до высокой степени (32,3-51,3 мг-экв/100 г). По составу компонентов водных вытяжек и сумм токсичных воднорастворимых солей по данным ГГГП «Южякутгеология» породы отвала не токсичны.

Исследования самозарастания отвала показали, что восстановительный процесс находится на начальной стадии развития. Между крупными галечниками встречаются единичные экземпляры ив, чозении, ольхи высотой до 25 см, а также подрост сосны, лиственницы с высотой от 5 см до 1 м и диаметром до 2 см. Здесь на площадке 10x10 м. насчитывается от 1-го до 5-и кустарников и древесных растений. Из травянистых растений чаще встречаются единичные экземпляры или микрогруппировки мари, скерды, осота, одуванчика. Злаки представлены овсяницей сибирской.

На откосах восточной экспозиции появляется подрост сосны, ивы, березы, а также разнотравье в примеси с мелкими овсяничево-пырейными группировками. На более пологих откосах вышеуказанные виды дополняются экземплярами ольхи и чозении, лиственницы, шиповника, кедрового стланика, малины и тополя. Высота их достигает до 0.3-2-х м. Зарастание идет интенсивнее там, где в грунтах присутствует мелкий уголь.

Следует отметить приуроченность некоторых видов растений к определенным местообитаниям. Так, иван-чай узколистный растет по подветренным откосам отвалов, понижениям, где создаются условия для закрепления и прорастания летучих семян. Ивы произрастают по более увлажненным местам (низины, выемки). Известно, что луговые виды растений (злаки, бобовые) показывают повышение плодородия техногенных грунтов.

Таким образом, установлено, что техногенные грунты отведенного для рекультивации участка отвала «Западный» по степени плодородия соответствуют потенциально плодородным и малоплодородным грунтам (ГОСТ 17.4.3.02-85 и СТ СЭВ 4471-84). При соответствующей подготовке поверхности участка, благодаря близости окружающего леса и при искусственном ускорении процесса зарастания возможно успешное произрастание кустарниково-древесных видов.

По требованиям технического этапа рекультивации откосы должны быть окончательно сформированы, устойчивы к оползневым явлениям и осыпям, защищены от ветровой и водной эрозии. На участке отвала «Западный» эти требо-

вания достигнуты, поверхность стабилизирована и выровнена без нанесения плодородного слоя.

На выделенном под рекультивацию участке рекомендуется предусмотреть следующие мероприятия:

- разрыхление уплотненного грунта и оформление микрорельефа перед посевом или посадкой растений;
- создание на поверхности условий для свободного прохода техники.

Варианты способов и приемов проведения работ технической рекультивации представлены в табл. 4.7.

При этом технология подготовки выделенных участков для посева и посадки растений при различных вариантах включала следующие мероприятия.

Вариант 1. Дискование поверхности отвала производится бульдозером с прицепным оборудованием в направлении перпендикулярном направлению господствующих ветров. На обработанную поверхность наносится слой пород с отвала обогатительной фабрики.

При данном варианте обрабатывается вся площадь. Минеральные удобрения вносятся выбранным разбрасывателем.

Таблица 4.7

Варианты способов и приемов технической рекультивации

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Дискование поверхности, покрытие слоем хвостов фабрики (10-15 см) с внесением минеральных удобрений (60 кг/га).	Создание валов (рядов) высотой 0.2-0.3 м путем нарезки борозд через каждые 3 метра с рыхлением грунта на глубину 20-30 см и внесением минеральных удобрений (100-200 кг/га).	Подготовка посадочных траншей глубиной до 50 см с последующим заполнением их породами с отвала обогатительной фабрики и внесением минеральных удобрений (100-200 кг/га) по схеме.

Вариант 2. Создание благоприятных микроклиматических условий для развития корневых систем растений проводится путем нарезки клином бульдозера борозд через 3 метра и рыхления грунта на глубину 20-30 см. В целях избежания переуплотнения поверхности чистовая планировка должна проводиться машинами с низким удельным давлением на грунт. Ряды (валы) формируют перпендику-

лярно направлениям господствующих ветров. Высота рядов (валов) составляет 0.2-0.3 м., длина зависит от длины рекультивируемого участка.

Минеральные удобрения вносятся выбранным разбрасывателем.

Вариант 3. Посадочные траншеи формируются треугольного сечения бульдозером с косоустановленным отвалом с расчетом образования вала пород с одной стороны. Укладка пород с отвала обогащения производится бульдозером или скрепером.

При транспортировании автосамосвалами хвосты предварительно разгружаются в виде параллельных валов, вдоль них формируют бульдозером посадочные траншеи, которые потом заполняются. Гребни или сеть валиков пород между траншеями предотвращают выдувание семян, позволяют аккумулировать влагу для растений, в зимнее время увеличивается мощность снежного покрова, что смягчает морозное воздействие на верхний слой грунтов и растительный покров в траншеях.

Ширина площадки между траншеями составляет в среднем 5 м, угол перекоса можно принять равным 30^0 , при этом необходимый объем укладываемых в траншеи пород с отвала обогатительной фабрики будет определяться по формуле (Элькин, Рязанов, 1983):

$$V = \frac{S \times K_3 \times 10000}{A_T + A_{\Pi}} \text{ м}^3/\text{га};$$

где: S – удельная вместимость траншеи, м^3 ;

$$S = \frac{h^2}{2 \sin \alpha \times \cos \alpha}$$

α - угол перекоса лемеха бульдозера, град.;

K_3 – коэффициент заполнения траншеи в длину (0,8-0,9);

A_T – ширина траншеи по поверхности, м;

$$A_T = \frac{h}{\sin \alpha \times \cos \alpha}$$

A_{Π} – ширина площадки между траншеями, 3-5 м.

Расчеты показывают, что формирование посадочных траншей позволяет сократить объем необходимых для рекультивации потенциально-плодородных грунтов в 5-7 раз, чем при создании сплошного покрывающего слоя и составляет в среднем 400-500 м³/га.

Для создания условий для свободного прохода техники необходимо оставить свободные пространства шириной прохода техники между валами и по периметру участка.

Внесение минеральных или органических удобрений необходимо для восстановления плодородия техногенных почв и создания растительного покрова. Оптимальная доза удобрений составляет 100-200 кг/га.

В грунт также рекомендуется внести биологически активные органические препараты или фракции из хвостовых пульп фабрики.

Перечень необходимого для технической рекультивации оборудования и объем выполняемых работ в расчете на 1 гектар обрабатываемой поверхности при различных вариантах приведены в табл. 4.8.

Результаты данных исследований использованы при подготовке участка под биологическую рекультивацию отвала «Западный» разреза «Нерюн-

Таблица 4.8

Перечень основного оборудования для рекультивации

Наименование	Тип, марка	Кол-во	Назначение	Объем выполняемых работ на га площади
1	2	3	4	
Вариант 1				
бульдозер	T-170	1	Дискование поверхности. Покрытие слоем пород с отвала обогатительной фабрики	1 га 1500 м ³
Автосамосвал	БелАЗ грузоподъемностью 30 т или КрАЗ грузоподъемность 13,5 т	1	Перевозка пород с отвала обогатительной фабрики Перевозка минеральных удобрений	1500 м ³ 60 кг
Экскаватор	ЭО-5126	1	Погрузка пород с отвала обогатительной фабрики	1500 м ³

Продолжение таблицы 4.8

1	2	3	4	5
Разбрасыватель минеральных удобрений	КСА-3,1 (РМП-4; РМС-6; НРУ-0,5; РУМ-8Б)	1	Внесение удобрений	60 кг/га
Вариант 2				
Бульдозер – рыхлитель	D355A-3	1	Нарезка борозд на поверхности отвалов для посадки саженцев	0,3 га
Разбрасыватель удобрений	КСА-3,1 (РМП-4; РМС-6; НРУ-0,5; РУМ-8Б)	1	Внесение удобрений	200 кг/га
Вариант 3				
Бульдозер с установкой лемеха с перекосом	T-170	1	Проходка посадочных траншей треугольного сечения. Укладка пород с отвала обогатительной фабрики в траншеи	1 га 550 м ³
Автосамосвал	БелАЗ грузоподъемностью 30 т или КраЗ грузоподъемность 13,5 т	1	Перевозка пород с отвала обогатительной фабрики. Перевозка минеральных удобрений	550 м ³ 200 кг
Экскаватор	ЭО-5126	1	Погрузка пород с отвала обогатительной фабрики	550 м ³
Разбрасыватель удобрений	КСА-3,1 (РМП-4; РМС-6; НРУ-0,5)	1	Внесение удобрений	200 кг

гринский» ОАО ХК «Якутуголь». Посадка саженцев и посев семян местных видов разнотравья на данном участке проведены успешно.

Выводы

1. Проведенными исследованиями установлено, что как в отношении воздействия на экосистемы, затрагиваемые недропользованием, так и в отношении оздоровления производственной среды, повышения безопасности горных работ, крайне актуальными являются вопросы снижения вредных выбросов, в первую очередь, минимизация образования пыли при различных технологических операциях. Наиболее объемными, занимающими значительные площади отходами являются пустые породы, которые складировются в отвалы и единственным на сего-

дняшний день способом снижения негативного влияния отвалов пустых пород на прилегающую территорию остается их рекультивация.

3. На основе проведенного автором анализа способов и средств снижения запыленности воздуха на угольных карьерах (Иванов, 2007) и обобщения результатов собственных исследований для карьеров Якутии рекомендуется комплекс мероприятий по снижению пылеобразования при различных технологических циклах горных работ. Выбор тех или иных способов и средств снижения пылеобразования зависит от горно-эксплуатационных и геоэкологических условий районов освоения.

4. Для решения проблемы нормализации условий работы по пылевому фактору на угольных шахтах, по результатам проведенных автором в течение многих лет теоретических, лабораторных и шахтных экспериментальных исследований взаимодействия орошающей жидкости с угольной пылью, кинетики смачивания водой мерзлой угольной пыли научно обоснована и практически реализована возможность использования градиента отрицательных и положительных температур для повышения эффективности пылеподавления.

Разработаны и внедрены высокоэффективные средства снижения запыленности воздуха при работе угольных комбайнов, конструкции которых защищены авторскими свидетельствами на изобретения (авторские свидетельства №1105658; №1254171).

5. Основной целью природоохранной рекультивации нарушенных земель является максимальное снижение изменения рельефа местности и повторного загрязнения поверхностных вод путем минимизации эрозионных процессов, характерных для условий залегания большинства месторождений северной Якутии. Для создания защитного экрана, позволяющего снизить влияния положительных температур на боковую поверхность полигона, представленного сильнольдистыми породами, предлагается направленное обрушение верхней покрывающей части борта без сильной деформации почвенно-растительного слоя. При этом опустившийся и образовавший наклонную поверхность слой с почвенно-растительным

покровом служит надежным изолятором температурного воздействия на борта выработок, что позволяет избежать развития нежелательных эрозионных процессов.

6. На многих районах недропользования в Якутии отмечается острый дефицит потенциально плодородного слоя (ППС), что исключает применение многих известных способов биологического этапа рекультивации. В этих условиях предлагаются различные варианты подготовки поверхности и склонов отвалов алмазных отработок с использованием в качестве потенциально плодородного слоя мелкозема из отвалов вскрыши россыпного месторождения с внесением минеральных удобрений. При отсутствии россыпных разработок возможно использование смеси из песка, опилок и в качестве вяжущего и минерального удобрения осадка канализационных очистных сооружений (КОС).

Для отвалов, образовавшихся при разработке угольных месторождений, разработаны технологические схемы подготовки поверхности для биологической рекультивации, которые включают варианты по разрыхлению поверхности отвала, техническую подготовку с нанесением потенциально плодородного слоя из отходов обогатительной фабрики, выбора и внесения оптимальной дозы минеральных удобрений, подбора необходимой техники.

Вариант подготовки поверхности отвала для посадки саженцев удачно внедрен на отвале карьера «Нерюнгринский».

ГЛАВА 5. КОНЦЕПЦИЯ ЭКОЛОГО-НОРМАТИВНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ КРИОЛИТОЗОНЫ

В общей системе природоохранной деятельности, осуществляемой сегодня с большей или меньшей эффективностью и на разной законодательной, нормативно-правовой и методической базе всеми наиболее развитыми государствами мира, включая Российскую Федерацию, особое место занимает теоретическая и научно-методическая разработка экологического нормирования в сфере природопользования.

5.1. Принципы экологического нормирования как методологическая основа недропользования в условиях криолитозоны

Идеи и концепции экологического нормирования в качестве одного из направлений природоохранной деятельности имеют свою довольно длительную предысторию, как в России, так и в других странах.

Развитие эколого-нормативных подходов к природопользованию, т.е. своеобразная эволюция теоретических и методических представлений о сущности экологического нормирования и различных аспектов его практической реализации, рассматривались ранее в целом ряде публикаций отечественных и зарубежных ученых и работах автора (Абакумов, 1992; Александрова, 1990; Безель., Кряжимский, Семериков. 1992; Биогеохимические ..., 1993; Воробейчик, Садыков, Фарафонов, 1994; Гончарук, Сидоренко, 1986; Дмитриев, Фрумин, 2004; Зыков и др., 2005; Иванов, Шумилов, Саввинов, 2001; Иванов, Миронова, 2004; Израэль, Абакумов, 1991; Коптюг, 1992; Кочуров, 1984; Исаченко, 1993; Морозов, 1992; Опекунов, 2001; Опекунов, Грацианский, Холмянский, 2000; Пешков, Новак, Назаревский, 2001; Реймерс, 1990; Розенберг, 2012; Строганов, 1981, 1983; Степанов, 1990; Трешоу, 1988; Шитиков, Розенберг, Зинченко, 2003; Шумилов, Савви-

нов, Иванов и др., 2001; Шумилов, Плетникова, Шамшин, 2008; Ruhling, Tyler, 1973; Freedman, Hutchinson, 1980; и др.).

Анализ данных работ показывает, что вся эволюция человеческого общества свидетельствует о постепенном накоплении определенных экологических знаний не только о природных ресурсах, потребляемых для поддержания жизнедеятельности, но и о необходимости их экономного расходования, что в современном значении можно ассоциировать с понятием «экологическое нормирование». Так, например, начиная с первобытно-общинного строя людьми в разных формах «нормировались» охота, рыболовство, использование лесных и пастбищных угодий, ограничивалось посещение отдельных ландшафтных урочищ (своего рода «особо охраняемых территорий») и т.п.

В известной книге Г.А. Беллера (1988) в качестве первого известного письменного природоохранного документа приводится знаменитый Кодекс вавилонского царя Хаммурапи (1792-50 гг. до н.э.), ограничивавший чрезмерную вырубку лесов. В той же работе подчеркивается, что в еще Древнем Китае (1122 г. до н.э.) был принят декрет о сохранении лесов, а у древних монголов задолго до правления Чингисхана (1155-1227 гг.) существовал целый кодекс обычаев для сбережения травяного покрова степей. Древние инки под страхом смерти запрещали посещение Гуановых островов во время гнездования там птиц.

Природоохранная деятельность на Руси тоже имеет свою историю развития еще со времен Ярослава Мудрого, который в XI веке ввел ограничения на добычу бобров, соболей и лебедей (Беллер, 1988). Государственная воля в управлении природопользованием явно проявилась в указе Ивана Грозного о запретной для охоты Подмосковной зоне, границы которых сохранились до наших дней, по его велению был создан Измайловский зверинец. А при царствовании Алексея Михайловича (середина XVII в.) было издано 67 царских указов, регламентировавших сроки и районы охоты, определяющих пошлины за добычу зверей, наказания за браконьерство (Шумилов, Плетникова, Шамшин, 2008).

С развитием общества использование природных богатств приобретает более масштабные формы, все новые виды ресурсов приобщаются в сферу материального обращения и вместе с тем более сложными становятся проблемы сохранения природной среды. Так, например, в больших городах острой проблемой стали отходы, которыми заполнялись реки, каналы, пруды и т.д. В России Петром I были изданы указы об утилизации текстильных отходов, о запрете свалки мусора в Неву и Москву-реку. В те же годы по императорскому распоряжению впервые были очищены Чистые пруды в Москве, которые до этого именовались Погаными, введены запреты на вырубку лесов в долинах рек, созданы заповедные лесные массивы и положено начало лесовозобновления (Шумилов, Плетникова, Шамшин, 2008).

Значительную роль в развитии природоохранного законодательства в то время имели указы Петра I охране лесов. Так, например, в 1701 году был издан указ об охране лесов по берегам рек, в 1703 году – Закон о заповедных лесах, растущих по берегам рек. Это диктовалось не только хозяйственными нуждами, но и отражало осознание экологического значения лесов (Чемезов, 1997).

С развитием человеческого общества, появлением городов, цивилизации, промышленного производства вторжение в природную среду углубляется, потребление биологических и минеральных ресурсов расширяется, загрязнение окружающей среды приобретает всеобъемлющий характер. К современным экологическим проблемам мир шел давно, успевая по ходу прогресса одни успешно решать, но зато воздвигая на своем пути все новые и все более трудноразрешимые. Менялись и содержание, и масштабы этих проблем. Из категории бытовых, локальных и градосферных экологические проблемы перешли в категорию общецивилизационных (Шумилов, Саввинов, Иванов, 2001; Иванов, 2003).

Возникновение обширнейшего рынка способствовало эксплуатации природы от полюса до тропиков, от горных вершин до океанских глубин. Достижения промышленной революции, в отличие от успехов меньших масштабов, достигнутых охотниками-собирателями или земледельцами, привели к дальнейшему истощению не только популяций диких животных, земли, запасов топлива и метал-

лов, но и способности окружающей среды поглощать загрязнения (Зыков и др., 2005).

Тем не менее, вплоть до XX в. меры сдерживания воздействия человека на природную среду были выборочными, не имели системного характера, не опирались на строго научные обоснования (Шумилов, Плетникова, Шамшин, Киселева, 2008).

По мере углубления экологических проблем, связанных с развитием мировой экономики и возрастанием антропогенного воздействия на природную среду, все более отчетливым стало понятие необходимости международного сотрудничества в области охраны природы, объединения усилий многих стран в поисках наиболее рационального, экологически приемлемого использования биологических и минеральных ресурсов, регулирования объемов выбросов в атмосферный воздух, сбросов в поверхностные воды, обращения с отходами производства и потребления, разработки системы особо охраняемых территорий и т.д.

Как считают авторы работы (Воробейчик, Садыков, Фарафонов, 1994) начало целенаправленной широкомасштабной деятельности по стандартизации и нормированию в области охраны окружающей среды было заложено в первой половине 70-х годов прошлого века, когда началось формирование структур управления природопользованием в развитых государствах мира. К началу 80 - х годов XX века уже более 100 государств имели специализированные природоохранные органы, стали зарождаться общественные внутри- и межгосударственные природоохранительные организации и движения.

Однако, экономика направляемая силами рынка, использующая для изъятия и вовлечения в оборот огромные запасы природных ресурсов с помощью природоразрушающих технологий, привела к жестокому столкновению человека с биосферой. Анализ современной экологической, социальной, демографической и экономической ситуации (Данилов-Данильян, Лосев, 2000) показывает, что индустриализация и научно-технический прогресс резко усилили разрушение и изменение окружающей среды и цивилизация к концу XX века не вписывается в допустимый для ее развития коридор, определяемый законами биосферы.

Вопросы ученых, специалистов и общественных деятелей об экологических проблемах, о масштабных негативных изменениях состояния природной среды, об истощении биологических ресурсов и наконец, тревога за будущее человечества как биологического вида заставило правительства развитых стран начать международные контакты по выработке совместных проектов по направлениям охраны природы, разработке законодательной базы управления природопользованием. По мнению Г.С. Розенберга (2000) существенную роль в становлении отечественного экологического самосознания населения сыграли публицистические работы философов (А.Д. Урсул, Э.В. Гирусов), экономистов (М.Я. Лемешев, В.И. Данилов-Данильян), математиков (Н.Н. Моисеев), географов (К.С. Лосев, К.Я. Кондратьев), литераторов (Л.М. Леонов, С.П. Залыгин) и, конечно, экологов (А.В. Яблоков, А.Л. Яншин и мн. др.).

Развитию широкого международного сотрудничества по проблемам окружающей среды сыграли Стокгольмская международная конференция 1972 г., конференция ООН 1979 г. в Женеве и Конференция ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро 1992 года. На данных конференциях с участием первых лиц многих развитых стран мира были приняты ряд важнейших документов, на основе которых поэтапно развивалась концепция устойчивого развития, идея которой заключается в реализации принципов, обеспечивающих, как предполагается социально-экономическое развитие мирового сообщества при сохранении стабильного состояния биосферы.

Как отражено в документе «Доклад Брутланд» устойчивое развитие – это развитие общества, которое при обеспечении его потребностей в настоящее время не ставит под угрозу удовлетворение потребностей будущих поколений (Наше общее ..., 1989). Другими словами, устойчивое развитие требует от общества удовлетворения человеческих потребностей путем увеличения производственного потенциала и обеспечения, справедливых для всех возможностей при сохранении наибольшего разнообразия растительного и животного мира, предупреждения ухудшения состояния природной среды. В основных документах конференции

утверждается, что мир, развитие, охрана окружающей среды взаимосвязаны и неразделимы.

Многие государства в соответствии с рекомендациями конференции разработали свои национальные программы устойчивого развития. Так, например, в России Концепция перехода к устойчивому развитию была утверждена Указом Президента РФ от 1 апреля 1996 г. В «Концепции» отмечается, что в настоящее время возросшая в ходе развития человеческого общества техногенная нагрузка оказалась разрушительной и возможности природных систем к самовосстановлению исчерпаны. Цивилизация пока не предложила эффективных мер для сохранения биосферы в стабильном состоянии и необходимы усилия всех природопользователей (государства, предприятий, физических лиц) для перехода к принципам устойчивого развития страны, предусматривающего постепенное восстановление естественных экосистем до стабильного уровня.

Переход к устойчивому развитию России предусматривается в три этапа. На начальном этапе должны решаться острые экономические и социальные проблемы с учетом соблюдения экологических ограничений на хозяйственную деятельность. В следующем этапе должно быть осуществлено технологическое обновление производства, структурные преобразования и экологизация всего процесса социально-экономического развития. Третий этап должен быть посвящен решению проблем гармонизации взаимодействия человека с природной средой в общемировом масштабе, когда территория России из-за значительных площадей нарушенных экосистем будет иметь огромное значение.

По мнению многих специалистов для практической реализации принципов устойчивого развития необходимо наряду с технологическими достижениями совершенствовать формы управления экономикой на основе разработки государственной системы экологического законодательства. При этом необходимо отметить, что экологическое нормирование является ключевой проблемой в формировании экологической безопасности (Розенберг, 2012).

Становление собственно эколого-нормативных подходов в отечественной хозяйственной практике правомерно соотносить с личностью Н.А. Семашко - первого

народного комиссара здравоохранения СССР, который в своей монографии «Основы социальной гигиены» (1922 г.) дал начало новой науке на стыке санитарии и экологии - социальной гигиены. Именно в русле социальной гигиены стало в дальнейшем формироваться санитарно-гигиеническое направление экологического нормирования (Шумилов, Плетникова, Шамшин, 2008). Результаты исследований в данной области позволили в 1930 г. постановлением Совнаркома СССР ввести первые двенадцать предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны, что можно считать началом экологического нормирования как такового.

В настоящее время существуют предельно допустимые концентрации (ПДК) для более 1000 химических веществ в водной среде, более 250 — в воздушной среде, более 30 — в почве, имеются нормативы для физических и иных факторов, возникающих в окружающей среде под влиянием деятельности людей (Шумилов, Саввинов, Иванов и др., 2001). Кроме того, для атмосферного воздуха установлены ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) более чем для 400 веществ (Зыков и др., 2005), разработаны нормативы ПДК некоторых веществ для древесной растительности (Морозов, 1992).

Параллельно с санитарно-гигиеническим направлением уже в предвоенные годы закладывались элементы экологического нормирования на экосистемном и организменном уровнях (Шумилов, Плетникова, Шамшин, 2008), что нашло отражение при разработке ПДК для рыбохозяйственных водоемов с целью ограничения вредного воздействия на водные организмы. При таком подходе объектом защиты становился уже не столько сам человек, сколько природная среда. ПДК для рыбохозяйственных водоемов прежде всего устанавливается для водных объектов по сохранению и воспроизводству ценных видов рыб, обладающих высокой чувствительностью к недостатку кислорода. Так как, условия приемлемые для промысловых рыб, как правило, благоприятны и для всего биоценоза, можно считать, что введение рыбохозяйственных ПДК является определенным шагом к экологическому нормированию (Шитиков, Розенберг, Зинченко, 2003).

На основе ПДК для атмосферного воздуха и водной среды были разработаны методики расчетов предельно допустимых выбросов (ПДВ) и предельно допустимых сбросов (ПДС) загрязняющих веществ, используемых для установления годовых лимитов по определенным веществам для предприятий. Кроме того и в других нормативных документах (СНиП, ГОСТ, СанПиН и др.) за основу нормируемых показателей загрязнения природных объектов берутся те же ПДК.

При сравнении величин принятых в разных странах ПДК для поверхностных вод обнаруживаются существенные различия. Отношения максимальных значений ПДК к минимальным показателям варьируют от 56 (для мышьяка) до 160 (для меди), что объясняется различием методических подходов к их установлению (Дмитриев, Фрумин, 2004).

Вместе с тем широкое использование ПДК для нормирования выбросов химических веществ в атмосферный воздух, сбросов в водные объекты, загрязнений почвенного покрова не могло решить полностью проблему создания экологических технологий, внедрения высокоэффективных природоохранных мероприятий. Это связано с тем, что нормирование на основе санитарно-гигиенических ПДК направлено, прежде всего, на защиту здоровья человека, на предохранение от поступления в его организм вредных веществ в опасных для жизни концентрациях (Экологическое нормирование ..., 1992; Биогеохимические основы ..., 1993; Воробейчик, Садыков, Фарафонов, 1994; Иванов, Шумилов, Саввинов, 2001; Опекунов, 2001; Концепция ..., 2001; Шумилов, Саввинов, Иванов и др., 2001; Шитиков, Розенберг, Зинченко, 2003; Дмитриев, Фрумин, 2004; Иванов, Миронова, 2004; Иванов, 2007; Шумилов, Плетникова, Шамшин, 2008; Розенберг, 2012 и др.).

Основные критические замечания в адрес применения системы ПДК для целей экологического нормирования можно свести к следующему.

Прежде всего, как справедливо отмечают (Воробейчик, Садыков, Фарафонов, 1994, с.49), «существующая у нас в стране практика регламентации природопользования не объединена в единую систему. Отсутствует единый кадастр норм и свод методик экологического нормирования. Справочники и вспомогательная литература, содержащие те или иные нормы, не содержат указаний об использо-

ванных процедурах нормирования, поэтому невозможно оценить обоснованность и надежность норм. Распространение получило внеучное ведомственное «нормотворчество», а государственная экологическая экспертиза ведомственных норм обычно не проводится».

При разработке теоретических основ санитарно-гигиенического нормирования за наиболее чувствительный компонент биоты был принят человек (Воробейчик, Садыков, Фарафонов, 1994). Однако практика показывает, что многие биологические виды чувствительнее к ряду токсикантов чем человек, и таким образом, принцип «Защищен человек – защищены и экосистемы», вообще говоря, неверен (Розенберг, 2012).

Крупным недостатком существующей в России эколого-нормативной базы является то, что наряду с ее чрезвычайной раздробленностью, основные ее нормы и стандарты не дифференцированы по природным зонам и условиям природопользования, т.е. не соотнесены с состоянием и особенностями самой природной среды.

При разработке и применении системы ПДК не учтены возможности накопления, миграции химических веществ, их форм нахождения в природных средах, что так же зависит от многочисленных особенностей биологических объектов и экосистем, подвергаемых нагрузке.

Главным же, принципиальным недостатком было то, что вся эколого-нормативная база страны создавалась «под производство», т.е. для обеспечения благоприятных условий деятельности природопользователя. О состоянии экосистем вспоминали лишь после возникновения тех или иных кризисных и катастрофических ситуаций (Шумилов, Саввинов, Иванов и др., 2001). В подтверждении данных выводов можно привести высказывания председателя комитета Госдумы РФ по природным ресурсам, природопользованию и экологии Н.В. Комаровой о том, что «главным тормозом в развитии экологического законодательства по сей день является отсутствие актуальной системы экологического нормирования» и далее, «до тех пор, пока мы не создадим такую систему, мы будем в пожарном режиме бороться со следствиями экологических бед страны, вместо того, чтобы

лечить их причины».

Вместе с тем в настоящее время имеется ряд серьезных научно-исследовательских разработок по проблемам экологического нормирования, результаты которых обсуждались на нескольких всесоюзных научных совещаниях (Шумилов, Плетникова, Шамшин, 2008).

Многие авторы работ подчеркивают, что экологическое нормирование антропогенного воздействия на природу представляет собой одну из самых важных экологических задач и в то же время задачу весьма сложную и мало разработанную (Экологическое нормирование ..., 1992). При этом экологическое нормирование относят наряду с биоиндикацией антропогенного воздействия, экологической диагностикой состояния экосистем, экотоксикологией, экологической экспертизой, экологическим мониторингом и прогнозированием, экологической инженерией и системотехникой к одному из основных направлений междисциплинарного комплекса, именуемого прикладной экологией (Воробейчик, Садыков, Фарафонов, 1994). По мнению данных авторов при более узком толковании этих понятий их можно выстроить в зависимости от соподчиненности в иерархический ряд. На первых ступенях находятся экотоксикология, с помощью которой анализируются механизмы токсического действия поллютантов в реальных природных условиях, и биоиндикация, которая рассматривает реакцию (т.е. внешние проявления механизмов) биосистем на стрессоры. Данные экотоксикологии и биоиндикации рассматриваются в рамках экодиагностики, когда происходит интерпретация антропогенных изменений экосистем. Далее наступает очередь экологического нормирования, которое является пользователем данных предыдущих ступеней. Основная задача нормирования – получение экологических нормативов путем сопоставления результатов экодиагностических исследований с величинами антропогенной нагрузки на экосистемы и параметрами технологических циклов производства. Информация по экологическому нормированию должна быть использована следующими «пользователями» - экологической экспертизой, прогнозированием, инженерией (Воробейчик, Садыков, Фарафонов, 1994)

Таким образом, экологическое нормирование должно базироваться на знание свойств экосистемы и оценке ее возможного отклика на антропогенное воздействие (Снакин, Кречетов, Алябина и др., 1992). Оценку состояния экосистемы необходимо производить с применением наиболее общих, интегральных показателей, характеризующих ее функционирование и происходящие в ней изменения. Нужный набор параметров состояния природного комплекса выбирается в соответствии с уровнем рассмотрения проблемы и решения хозяйственных вопросов. Например, проблемы нормирования при сельскохозяйственном производстве могут ограничиться почвенным уровнем, проблемы отдельных предприятий оперируют с уровнем урочища, комплексные проблемы региона решаются на уровне ландшафта (Биогеохимические основы ..., 1993).

Реакция природных систем даже на одну и ту же нагрузку может быть совершенно различной в зависимости от многих факторов (физико-географических, климатических, сезонных и т.д.), что обуславливает обязательную дифференциацию нормирования воздействия на экосистемы (Экологическое нормирование ..., 1992; Биогеохимические основы ..., 1993; Воробейчик, Садыков, Фарафонов, 1994; Опекунов, 2001; Концепция ..., 2001; Шумилов, Саввинов, Иванов и др., 2001; Шитиков, Розенберг, Зинченко, 2003; Дмитриев, Фрумин, 2004; Шумилов, Плетникова, Шамшин, 2008; Розенберг, 2012 и др.).

Необходимо отметить, что еще в 2001 году Всероссийским научно-исследовательским институтом охраны природы (ВНИИприроды) была разработана Концепция экологического нормирования в Российской Федерации (Концепция ..., 2001). В документе подчеркивается, что существующие нормативные документы слабо согласованы между собой и нередко противоречат друг другу, не имеют в своей основе методологической базы. Большинство из них разрабатывалось в 70-80 годы и не отвечают как требованиям действующих нормативно-правовых документов, так и современным научным представлениям об охране окружающей среды. Далее отмечается, что выбор приоритетных контролируемых показателей при их общем возрастающем количестве не регламентирован на государственном уровне. В то же время в развитых странах (США, Канада и др.) со-

зданы системы нормированных перечней приоритетных контролируемых показателей, предназначенных для общей экологической оценки всей территории страны и стратегических прогнозов. На их основе с учетом природных особенностей разрабатываются региональные перечни. Для контроля состояния отдельных объектов служат локальные перечни, а для контроля промышленных и иных объектов имеются технологические (отраслевые) перечни.

Концепция ВНИИприроды исходит из основополагающего положения: главным принципом современной экологической политики в России должно служить признание невозможности экологически безопасного развития страны в XXI веке без введения экологических требований и ограничений к любому виду хозяйственной или иной деятельности. Это означает необходимость постепенного преодоления сложившегося в России узковедомственного ресурсного подхода к окружающей среде, рассматривающего природные ресурсы исключительно с позиции их пригодности для хозяйственной деятельности человека.

В качестве основной цели решения проблемы экологического нормирования, согласно Концепции, должна стать регламентация антропогенных воздействий до экологически обоснованного, социально и экономически приемлемого уровня, при котором не происходит существенных структурно-функциональных изменений в окружающей среде. Обосновывался также принцип, согласно которому методология экологического нормирования, должна исходить из объективно существующей природно-климатической неоднородности территории России, что должно учитываться при разработке и обосновании природоохранных нормативов.

Разработчиками Концепции предложены федеральный, региональный и локальный уровни экологических нормативов с учетом сложившейся в стране системы управления природоохранной деятельностью. Непременным условием является учет экономических и технологических возможностей при разработке и обосновании нормативов воздействия на окружающую среду, а также использование экологических нормативов как целевых показателей управления природоохранной деятельностью отдельных предприятий.

Таким образом, Концепция предусматривает, что по своему предназначению экологическое нормирование является инструментом и методологией управления хозяйственной и иной деятельностью в целях поддержания качества окружающей среды и направлено на обеспечение устойчивого, экономически и экологически безопасного развития страны. При этом системообразующими элементами экологического нормирования должны быть экологические нормативы, в основе которых лежат:

- нормируемые показатели состояния окружающей среды, т.е. научно обоснованные показатели, характеризующие оптимальную структуру и параметры устойчивого функционирования экосистемы и ее отдельных компонентов. При этом данные показатели должны быть дифференцированы применительно к конкретным регионам и должны определяться с учетом физико-географических особенностей региона, функционального использования территории, уровня социально-экономического развития;
- экологические нормативы предельно допустимых воздействий на окружающую среду – научно обоснованные ограничения прямого и/или косвенного антропогенного воздействия на окружающую среду, при котором не происходит существенного изменения ее состояния. Данные нормативы должны разрабатываться применительно к конкретным регионам, а в идеале - к конкретным локальным природным объектам и видам хозяйственной деятельности.

В последние годы Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации осуществляются действия по реформированию природоохранного законодательства РФ. В качестве основных направлений реформирования, как было изложено министром Ю.П. Трутневым на Президиуме Государственного совета РФ при Президенте РФ по экологии (27.05. 2010 г.), предлагаются следующие инициативы:

- возрождение института государственной экологической экспертизы;

- переход на систему нормирования, основанную на наилучших доступных технологиях (НДТ);
- повышение платы за негативное воздействие на окружающую среду;
- внедрение мер экономического стимулирования модернизации производства;
- повышение эффективности экологического контроля и мониторинга;
- снижение административных барьеров;
- ликвидация накопленного экологического ущерба.

Как видно система нормирования МПРиЭ признается в качестве одного из самых важных инструментов государственного регулирования в сфере экологии. Недостатками существующей системы экологического нормирования, констатируется в докладе Министра, являются:

- система нормирования сбросов, выбросов субъективна и создаёт возможность для неограниченного загрязнения окружающей среды;
- меры административного и экономического воздействия минимальны и не создают мотивацию для субъектов предпринимательской деятельности по переходу на энергосберегающие и экологически чистые технологии;
- разработка предприятиями документации для установления нормативов и ее согласование в Федеральных органах исполнительной власти (ФОИВ) требует высоких финансовых и временных затрат.

В качестве основной цели схемы поэтапного реформирования существующей системы экологического нормирования МПРиЭ провозглашает «снижение негативного воздействия на окружающую среду» и достижение этой цели предполагается на основе решения следующих задач:

- совершенствование системы нормирования;
- введение реальных методов экономического стимулирования хозяйствующих субъектов, внедряющих и применяющих наилучшие доступные технологии;
- оптимизация системы мер государственного регулирования;

- закрепление поэтапного перехода к новой системе нормирования в области охраны окружающей среды.

Совершенствование системы нормирования должно предусматривать:

- исключение правовых норм, позволяющих устанавливать лимиты на выбросы и сбросы;
- создание основ технологического нормирования и установление области его применения;
- переход от выдачи отдельных разрешений на выбросы, сбросы, размещение отходов на систему декларирования и комплексных разрешений;
- сокращение перечня регулируемых загрязняющих веществ.

Предлагаемое изменение эколого-нормативной методологии принимает следующие новые термины и понятия:

- *технологический показатель* – масса (или) объем воздействия на окружающую среду в расчете на единицу выпускаемой продукции;
- *технологический норматив* - устанавливается для стационарных источников, основных производственных процессов с применением технологических показателей наилучших доступных технологий;
- *технологическое нормирование* – определение технологических показателей и технологических нормативов для целей обеспечения комплексного снижения негативного воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду на основе использования наилучших доступных технологий;
- *нормируемые виды воздействия*:
 - выбросы, сбросы загрязняющих веществ;
 - образование отходов;
 - уровень физического воздействия на окружающую среду;
 - потребление энергии.
- *наилучшая доступная технология (НДТ)* – совокупность применяемых для производства товаров (продукции), выполнения работ, оказания услуг на объектах, оказывающих воздействие на окружающую среду, технологических

процессов, оборудования, технических методов, способов, приемов и средств, основанных на современных достижениях науки и техники, обладающих наилучшим сочетанием показателей достижения целей охраны окружающей среды и экономической целесообразности, при условии технической возможности их применения.

Концепция реформирования, предложенная МПРиЭ, различает области применения НДТ на:

- *отраслевые* – применяются для отраслей промышленности или их сегментов, отдельных производств;
- *межотраслевые* - применяются в различных отраслях.

Перечень областей применения наилучших доступных технологий устанавливается Правительством Российской Федерации для объектов, оказывающих значительное воздействие на окружающую среду. В этом отношении объекты хозяйственной и иной деятельности подразделяются на:

- объекты с незначительным воздействием на ОС;
- с умеренным воздействием;
- со значительным воздействием, среди которых могут быть выделены экологически опасные объекты, требующие специального государственного учета и подлежащие государственной экологической экспертизе.

Категория объектов определяется при разработке Государственного реестра объектов, оказывающих воздействие на окружающую среду. Реестр имеет статус Государственного информационного ресурса.

Критериями определения НДТ в Концепции МПРиЭ принимаются:

- соответствие технологии новейшим отечественным и зарубежным разработкам;
- экономическая и техническая целесообразность внедрения;
- наименьший уровень воздействия на окружающую среду в расчете на единицу произведенной продукции (работы, услуги);
- наличие ресурсо- и энергосберегающих методов;

- использование малоотходных или безотходных процессов;
- период внедрения технологии;
- экологические риски.

Выбор НДТ осуществляет уполномоченный Правительством Российской Федерации федеральный орган исполнительной власти или подведомственное ему учреждение с учетом мнения экспертного сообщества.

Внедрение в систему экологического нормирования принципа использования НДТ потребует значительной организационно-методологической работы, возможно, принятия постановлений правительства и иных правовых документов.

В частности, предполагается создание Реестра НДТ, создание информационной системы о НДТ (издание информационно-технических справочников. В Реестре наилучших доступных технологий учитываются:

- технологические показатели выбросов, сбросов загрязняющих веществ, образования отходов согласно перечню регулируемых загрязняющих веществ;
- потребление электроэнергии на единицу производимой продукции;
- особенности применения технологии в различных климатических, географических и иных условиях;
- перечни загрязняющих веществ, подлежащих производственному экологическому контролю и аналитические (инструментальные) методы их определения;
- сроки практического применения технологии с учетом периода внедрения и амортизации.

При разработке Реестра предполагается сокращение перечня регулируемых веществ - по воздуху до 60—65 веществ (сегодня 1200), по воде до 40-45 веществ (сегодня свыше 600), а также создание системы стимулирования субъектов природопользования. Меры экономического стимулирования включают:

- предоставление налоговых льгот;

- освобождение от налогов на имущество, используемое для внедрения НДТ;
- предоставление льгот по иным обязательным неналоговым платежам;
- предоставление субсидий из бюджета;
- предоставление права корректировки платы за воздействие на окружающую среду.

Концепция МПРиЭ предусматривает также последовательную реализацию целого комплекса других мер по изменению существующей системы нормирования. В частности, после 2016 г. в 100-кратном размере увеличиваются платежи за сверхнормативные объемы выбросов и сбросов. После 2016 г. вводится порядок технологического нормирования по схеме: $V \cdot N = M$, где:

V - объем воздействия; N - технологический показатель НДТ; M - масса производимой продукции.

Система технологического нормирования применяется к объектам, соответствующим области применения наилучших доступных технологий (НДТ).

Размер платы за воздействие на окружающую среду устанавливается в законодательном порядке для следующих видов воздействий:

- выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ;
- сбросы загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты, на водосборные площади;
- размещение отходов производства и потребления;
- иное воздействие на окружающую среду при установлении в соответствии с законодательством нормативов (уровней) воздействия на окружающую среду и ставок платы.

Концепция МПРиЭ предусматривает также новую систему разрешительных документов в сфере природопользования и охраны окружающей среды в Российской Федерации. В общем виде такая система включает:

- декларацию о воздействии на окружающую среду – для объектов хозяйственной деятельности с *незначительным воздействием*;

- декларацию о воздействии на окружающую среду и на утверждение *проекта нормативов* допустимых воздействий – для объектов хозяйственной деятельности с умеренным воздействием;
- разрешение на комплексное воздействие - для экологически опасных объектов (объекты хозяйственной деятельности со значительным воздействием); такое разрешение содержит:
 - нормативы допустимых воздействий и потребления энергии;
 - программу внедрения наилучшей доступной технологии и/или план природоохранных мероприятий;
 - программу первичного учета и производственного экологического контроля;
 - особые экологические условия осуществления хозяйственной и иной деятельности.

Разрешение на комплексное воздействие на окружающую среду выдается по результатам комиссионного рассмотрения заявки сроком на 5 лет и продлевается по необходимости.

Как вытекает из приведенного общего анализа состояния экологического нормирования в Российской Федерации данное направление признается центральным в общей системе природоохранной деятельности. Это объективно вытекает из главных целей и задач в области природопользования как выработка стратегии по ограничению воздействия на окружающую среду хозяйственной и иной деятельности. Очевидно, что ограничить такие воздействия можно лишь на основе нормативного подхода природопользованию.

Вследствие недостаточной разработанности проблематики и практики экологического нормирования в масштабах всей России, особая роль в развитии методологии и практического применения экологического нормирования должна быть отведена региональным научным школам прикладной экологии и органам законодательной и исполнительной власти в субъектах Российской Федерации. Фактически именно на территориально-региональном уровне практически осуществляется природопользование

во всех его основных видах – от недропользования до освоения биологических и прочих ресурсов. Регионы России, региональные природные комплексы и экосистемы в полной мере воспринимают нагрузку и несут прямые экологические издержки природопользования.

В этом отношении территория Якутии и ее регионы являются естественным полигоном для отработки и практического применения методологии экологического нормирования. Это обусловлено следующими основными объективными географическими и геоэкологическими факторами, которые приведены в предыдущих главах настоящей работы:

- экстремальностью природных условий и широким спектром физико-географических условий территории в широтно-климатическом поясе природопользования - примерно от 73⁰ с.ш. (Северная Якутия) до 55-60⁰ с.ш. (Южная Якутия) при значительной расчлененности рельефа (перепады абсолютных отметок более 3000 м), большом разнообразии геологического строения, видов минеральных ресурсов, мерзлотных условий и т.д.;
- весьма значительной удельной нагрузкой хозяйственной и иной деятельности на ограниченные по площади «экологические ниши», характеризующиеся относительно благоприятными условиями проживания людей, но пришедшие в экологически кризисное состояние вследствие длительного (более 300 лет) истощающего природопользования;
- низкой способностью экосистем криолитозоны к самовосстановлению в контрасте с их низкой устойчивостью к любым внешним воздействиям антропогенного и техногенного характера.

Проведенные в рамках данной диссертационной работы исследования позволяют заключить, что специфика геоэкологических условий Якутии, современное состояние природных комплексов в зонах техногенных нагрузок требует совершенствования эколого-нормативных, технологических, организационных, административных и иных подходов к управлению рациональным использованием минеральных ресурсов.

Основными причинами негативной тенденции деградации экосистем при реализации в полном объеме предусматриваемых в «Схеме 20х20» мегапроектов являются неудовлетворительное состояние нормативно-правовой базы природопользования в целом, неэффективность природоохранных мероприятий в условиях криолитозоны, несовершенство применяемых технологий разработки месторождений минеральных ресурсов, недостаточная «экологичность» проектирования, низкое качество исполнения проектов и др.

В данной ситуации необходима разработка концепции постепенного перехода на экологически сбалансированное природопользование на основе принципов экологического нормирования техногенной нагрузки на экосистемные комплексы осваиваемой территории.

При обосновании Концепции были учтены следующие принципиальные положения:

- Концепция должна опираться на теоретические положения и естественнонаучные представления, сложившиеся к настоящему времени в системе геологических, географических и биологических наук, а также в прикладной экологии, характеризующих ту часть биосферы, в которой осуществляется хозяйственная и иная деятельность человека, и под влиянием которой экологическая среда трансформируется в иное состояние по сравнению с исходным;
- в методическом отношении Концепция должна предусматривать главным образом те методические подходы и конкретные решения, которые могут быть доступны и реализованы с учетом современного экономического положения в Российской Федерации и ее субъекте - Республике Саха (Якутия), а также достигнутых технологий природопользования и методов контроля за состоянием окружающей среды;
- развиваемая в данной диссертационной работе Концепция находится в законодательно-правовом поле Российской Федерации, охватывающем сферу природопользования, хозяйственной и иной деятельности и охраны окружающей среды. Вместе с тем, Концепция отражает аспекты, требующие законодательно-

правового разрешения на федеральном уровне в порядке законодательной инициативы со стороны Республики Саха (Якутия) или осуществимые на местном уровне с учетом региональных природных условий, а также социальных аспектов в соответствии с утвержденной Государственным собранием (Ил Тумэн) Республики Саха (Якутия) «Концепции развития природоохранного законодательства Республики Саха (Якутия)» (Постановление ГС РС(Я) N 1000-IV от 02.03.2011 г.).

Основными принципами обосновываемой нами концепции экологонормативного недропользования являются (Шумилов, Саввинов, Иванов и др., 2001):

1. Презумпция необходимости недопущения дальнейшей деградации экологически неустойчивых северных экосистем под влиянием действующей в настоящее время хозяйственной системы и отдельных недропользователей.

2. Регулирование воздействия на экосистемы вновь организуемых производств только на основе экологических нормативов.

3. Восстановление нарушенных экосистем или целенаправленное придание им общественно-полезных и социально-значимых качеств (рекреационных, эстетических, утилитарных).

Экологическое нормирование в нашем понимании представляет собой процесс разработки, внедрения в практику и дальнейшего совершенствования целого комплекса научно обоснованных природоохранных и законодательных мероприятий реализуемых в определенной последовательности:

- районирование осваиваемой территории по геоэкологическим параметрам;
- научно-методическая процедура сбора и интерпретации экологической информации о состоянии экосистемы и характере хозяйственной деятельности в ее пределах;

- разработка экологических нормативов для данной территории, в т.ч. корректировка ГОСТов, СНИПов, санитарно-гигиенических показателей и других существующих нормативных документов. В необходимых случаях возможно проведение «экологических консилиумов», т.е. экологических экспертиз высококвалифицированными специалистами и учеными-экологами и установление экологи-

ческих нормативов для конкретной эколого-производственной ситуации;

- процедура внесения в законодательные структуры экологических нормативов, их утверждение и разработка механизмов применения на практике, включая систему платежей за природные ресурсы;

- научно-исследовательские, научно-методические и природоохранные меры (включая законодательные), направленные на минимизацию техногенной нагрузки на природные комплексы и на обеспечение нормального функционирования экосистем, испытывающих воздействие хозяйственной деятельности человека;

- постоянный и детальный контроль над соблюдением установленных экологических нормативов для каждого природопользователя с привлечением, как государственных служб, так и общественности;

- совершенствование параметров нормирования по мере накопления информации, ухудшения состояния экосистем, ужесточения требований населения и государственных структур и т.д.

Основными условиями получения положительного эффекта от внедрения разрабатываемых экологических норм должны быть:

- в территориальном отношении — строгое ограничение всей хозяйственной деятельности тем земельным отводом, который выделен недропользователю государственными службами и за который он несет всю полноту ответственности за экологическое состояние по существующим законам;

- в природоохранном отношении — отсутствие за пределами выделенного недропользователю участка каких-либо признаков деградации экосистемы от производства, даже если оно действует в пределах существующих ГОСТов и санитарно-гигиенических нормативов;

- в экономическом отношении — наличие экономического или общественно полезного эффекта от природопользования в стоимостном измерении, определяемого как превышение цены получаемой продукции или иных значимых критериев над ущербом природной среде, нанесенным при использовании природного ресурса.

5.2. Основные положения концепции эколого-нормативного недропользования при переходе к устойчивому развитию северных регионов

В методическом отношении Концепция эколого-нормативного недропользования исходит из признания следующих реально сложившихся в Российской Федерации и перспективных направлений экологического нормирования:

- санитарно-гигиеническое нормирование;
- экосистемное экологическое нормирование;
- производственно-ресурсное нормирование, включающее переход на методологию наилучших достигнутых технологий (НДТ);
- директивное (законодательно-правовое) нормирование

Под **санитарно-гигиеническим нормированием**, принятым на всей территории Российской Федерации, в соответствии с «Законом об охране окружающей среды» понимается установление предельно допустимых концентраций (ПДК) веществ в атмосферном воздухе рабочих мест и населенных пунктов, в воде хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения, в почвах и т.д. для целей обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, т.е. с точки зрения предотвращения возможного нанесения вреда здоровью населения при превышении ПДК.

Как было показано выше многочисленными исследованиями установлено, что действующая в России система санитарно-гигиенических нормативов, в частности ПДК, не в полной мере обеспечивает экологическую безопасность людей и благоприятное развитие биоты экосистем, подверженных антропогенному и техногенному воздействию и по меньшей мере, неэффективна для обеспечения экологического благополучия экосистем экстремальных регионов, наиболее очевидным представителем которых является Якутия.

Применительно к условиям Якутии для целей перехода к методологии экологического нормирования и ее эффективного применения, с использованием санитарно-гигиенических показателей, необходимо осуществить следующее:

- на базе научно-исследовательских институтов Якутии и специализированных научных учреждений России, других стран провести эксперименты для оценки пороговых значений ПДК в отношении биологических организмов, находящихся в экстремальных условиях, аналогичных условиям северных экосистем (низкие среднегодовые температуры, пониженный уровень солнечной радиации, радиационно-космический фон и др.);
- в случае получения достоверных данных о влиянии экстремальности природной среды на состояние экосистем и здоровье человека инициировать законодательное введение региональных санитарно-гигиенических показателей.

Экосистемное экологическое нормирование. Данный вид экологонормативного подхода к природопользованию и охране окружающей среды является наиболее тонким и требующим глубокого научного обоснования механизмом управления природопользованием и охраной окружающей среды.

В этом отношении Якутия обладает уникальным набором экосистемных комплексов, сохранивших в естественном состоянии. Это обусловлено геологической, геоморфологической и природно-климатической дифференцированностью территории региона на относительно обособленные природно-территориальные горно-долинные, долинно-равнинные, приозерные выделы, подлежащие специально проведенному учету и целенаправленной охране как реликты и эталоны естественного состояния природной среды.

Задачей экосистемного нормирования в природоохранной деятельности является установление таких значений признаков, характеризующих состояние окружающей среды и воздействие на окружающую среду со стороны юридических и физических лиц, которые были бы граничными, отделяющими **приемлемое** качество окружающей среды от **неприемлемого**, а также **разрешенное** по величине воздействие на окружающую среду со стороны отдельных источников

такого воздействия со стороны юридических и физических лиц, технологий, процессов и т.д. от **запрещенного** по величине воздействия.

В несколько иной формулировке экосистемное нормирование является инструментом управления хозяйственной и иной деятельностью в целях поддержания **качества** окружающей среды на социально приемлемом и технически (экономически) достижимом на данный момент времени уровне.

Таким образом, экосистемное нормирование, в отличие от санитарно-гигиенического, не является узко специализированным в отношении охраны здоровья отдельных биологических видов (человека, промысловых рыб, некоторых видов флоры), а ориентировано на достижение приемлемого в данных конкретных условиях качества окружающей среды в целом, в том числе и по показателям, характеризующим биотическую составляющую окружающей среды (биоразнообразие, численность, продуктивность и др.).

Особенностью экологических нормативов экосистемного порядка является то, что они являются подвижными, т.е. допускающими регулирование - изменения в сторону ужесточения или смягчения для повышения их управленческой эффективности, иметь территориальные вариации или даже различаться в отношении экосистем с различающимися параметрами, требующими разной степени защиты и т.д.

Отмеченное обстоятельство чрезвычайно важно учитывать в отношении экосистемных комплексов Якутии.

Производственно-ресурсное нормирование, методология наилучших доступных технологий (НДТ). Большинство объектов недропользования Якутии относятся к экологически опасным объектам со значительным воздействием на природную среду, для которых должны быть обязательными соответствие критериям НДТ.

Развитие производственно-ресурсного направления экологического нормирования, в частности методологии НДТ, потребует составления регионального Реестра наилучших доступных технологий, обладающих возможностями их адап-

тации к экстремальным условиям хозяйственной деятельности в Якутии и ее суб-регионах – от Северной зоны до Южной Якутии.

Директивное (законодательно-правовое) нормирование. В определенных ситуациях, например, при стихийных бедствиях (наводнения, землетрясения, пожары природного характера и т.д., в случаях), при техногенных авариях, которые создают угрозу масштабных экологических последствий, требуется экстренное регулирование действий специализированных структур и населения на основе административно принимаемых мер и мероприятий исходя из оперативной оценки реальной ситуации.

Перечисленные выше направления экологического нормирования в общем случае реализуются по следующей схеме:

1. Накопление исходной информации о состоянии окружающей среды в пределах того или иного объекта различного ранга – от региона или поселения до конкретного природно-территориального комплекса.

Основная исходная информация составляется отдельно для существующих, действующих в настоящее время объектов и для перспективных видов деятельности или вновь создаваемых объектов недропользования путем проведения целенаправленных комплексных геоэкологических исследований.

По действующим в настоящее время объектам исходная информация должна содержать материалы по состоянию природной среды в пределах земельного отвода и на прилегающих к нему участках, по технологическим параметрам производства, применяемой технике и природоохранной деятельности, по объемам выбросов, сбросов загрязняющих веществ и отходов производства и потребления.

Для перспективных объектов обязательным условием накопления информации должно быть проведение комплексного изучения природных комплексов, опережающего освоение территории. При недропользовании исследования должны охватить территории, например, района расположения перспективного для разработки отдельного месторождения полезного ископаемого, его участка, руд-

ного или россыпного поля, горнопромышленного узла, нефтепромыслового района угольного бассейна.

Исходную информацию могут предоставить также органы государственного мониторинга, санитарно-эпидемиологического надзора, общественность, научные учреждения. Накапливаемые материалы должны охватывать весьма широкий спектр сведений о современном состоянии экосистем, о негативном воздействии на окружающую среду или об отдельных опасных параметрах в состоянии ее компонентов – от загрязнения атмосферного воздуха до хищнической рубки лесных массивов, истребления отдельных видов животных и т.п.

2. Следующий этап – анализ поступающей информации, сопоставление полученных данных по состоянию природной среды с фоновыми показателями и существующими нормативами (федеральными, региональными, локальными), выявление причин негативных воздействий на окружающую среду и выработка мер, устраняющих отрицательные воздействия и введение норм и регламентов, обеспечивающих экологическое благополучие.

3. Дальнейшие действия сводятся к узаконению разработанных мер и контролю за их соблюдением.

Приведенная последовательность действий имеет лишь принципиальное иллюстративное значение.

Разработка проблемы и практические шаги по ее решению необходимо осуществлять на четырех уровнях: федеральном, региональном, субрегиональном, локальном (Шумилов, Саввинов, Иванов и др., 2001).

На федеральном уровне должны быть научно обоснованы нормы техногенного воздействия на экосистемы Севера в целом. Особый эколого-социальный статус Севера должен быть закреплен законодательно и учитывать все специфические особенности этой природно-климатической зоны России и условия природопользования, поддержания экологической безопасности в ее пределах. На данном уровне должен быть принят Федеральный уровень нормативов, обязательных к соблюдению на всей территории и акватории в границах Российской Федерации, в зоне шельфа и в исключительной экономической зоне государства.

На региональном уровне целесообразно провести сравнительный анализ ее производительных сил, т.е. недровых, лесных, гидроэнергетических, аграрных и других ресурсов в сопоставлении с численностью населения и его динамикой, структурой, производительными возможностями и ожидаемыми потребностями для обеспечения благоприятных условий жизни и развития.

На основе таких сопоставлений должны быть выработаны рекомендации руководству республики по оптимизации народно-хозяйственной структуры региона, допустимых пределов развития горнодобывающего комплекса, численности населения, транспортной схемы, научно-образовательного потенциала и т.д. и приняты региональные экологические нормативы, обязательные к соблюдению на всей территории и акватории в границах отдельных субъектов Российской Федерации.

На субрегиональном уровне экологическое нормирование должно включать следующие основные этапы:

- районирование территории по природно-климатическим, географо-экономическим или иным показателям, которые учитывают различия отдельных зон (горных, равнинных, прибрежно-морских, речных бассейнов) по их экологическому потенциалу;
- количественная оценка ресурсных возможностей выделенных субрегиональных экосистем, оценка и прогноз их устойчивости к различным видам и допустимым масштабам хозяйственной деятельности;
- разработка рекомендаций территориальным органам, главам улусных администраций и различных природоохранных инспекций по наиболее рациональной системе природопользования на данной территории и допустимых пределах изъятия тех или иных ресурсов при разных видах техногенных воздействий.
- разработка местных экологических нормативов, обязательных к соблюдению на всей территории и акватории в границах отдельных муниципальных или приравненных к ним образований.

На локальном уровне экологическое нормирование включает:

- комплексную оценку состояния экосистем, нарушенных деятельностью

того или иного производства или совокупной хозяйственной нагрузкой на данную территорию;

- составление экологического регламента для данной экосистемы, в котором перечисляются меры по ограничению производственной деятельности, ее допустимым пределам и видам, а также мероприятия по восстановлению природной среды на нарушенных территориях.

- разработку локальных экологических нормативов, обязательных к соблюдению в границах отдельных особо выделенных территорий и акваторий или на отдельных точках наблюдения;

Все категории нормативов вводятся в действие законодательно-властными инстанциями соответствующего уровня.

Применение методологии экологического нормирования в Якутии предполагает в полной мере учитывать положения «Концепции развития природоохранного законодательства Республики Саха (Якутия)», предусматривающей:

- рациональное использование возобновляемых и невозобновляемых природных ресурсов;
- эффективное (экологически нормированное) управление отходами производства и потребления;
- максимально полное использование извлеченных полезных ископаемых и добытых биологических ресурсов, минимизацию отходов при их добыче и переработке;
- стимулирование и внедрение ресурсосберегающих и безотходных технологий в промышленности, использование вторичных ресурсов;
- обеспечение восстановления и возвращения в хозяйственный оборот нарушенных земель путем их рекультивации, использования для рекреационных (например, зарыбление техногенных водоемов, обустройство мест для купания) или иных целей;
- совершенствование проведения инженерных изысканий.

Основой реализации данной концепции являются опережающие освоение

перспективных территорий комплексные геоэкологические исследования, разработка и внедрение в производство способов и средств минимизации выделений вредных веществ, пыли, проявлений термоэрозии, рекультивации нарушенных земель, учитывающих и использующих геоэкологические особенности криолитозоны.

Выделены два уровня или два направления реализации концепции и методологии экологического нормирования.

Первый уровень - собственно управленческий. Это административно-управленческие решения и экономические механизмы, законодательная и контрольно-разрешительная деятельность.

Второй уровень - это создание собственно нормативной базы экологического нормирования. Сюда относятся государственные (законодательные) стандарты, нормативы и требования к хозяйственной и иной деятельности в сфере природопользования и охраны окружающей среды; комплекс нормативов, характеризующих воздействия на природные и антропогенно-природные объекты; комплекс количественных и качественных показателей и критериев состояния окружающей среды.

Вследствие недостаточной разработанности проблематики и практики экологического нормирования в масштабах всей России, особая роль в развитии методологии и практического применения экологического нормирования должна быть отведена региональным научным школам прикладной экологии и органам законодательной и исполнительной власти в субъектах Российской Федерации. Фактически именно на территориально-региональном уровне практически осуществляется природопользование во всех его основных видах – от недропользования до освоения биологических и прочих ресурсов. Регионы России, региональные природные комплексы и экосистемы в полной мере воспринимают нагрузку и несут прямые экологические издержки природопользования. С этой точки зрения территория Якутии и ее субрегионы являются естественным полигоном для отработки и практического применения методологии экологического нормирования при недропользовании.

Выводы

1. Территория Якутии является естественным полигоном для отработки и практического применения методологии экологического нормирования. Это обусловлено основными объективными геоэкологическими факторами, которыми являются экстремальность и многообразный спектр физико-географических условий территории, весьма значительная удельная нагрузка хозяйственной и иной деятельности на ограниченные по площади «экологические ниши», характеризующиеся относительно благоприятными условиями проживания людей, низкая способность экосистем криолитозоны к самовосстановлению в контрасте с их низкой устойчивостью к любым внешним воздействиям антропогенного и техногенного характера.

2. Экологическое нормирование в нашем понимании представляет собой процесс разработки, внедрения в практику и дальнейшего совершенствования целого комплекса научно обоснованных природоохранных и законодательных мероприятий реализуемых в определенной последовательности.

3. Основными принципами обосновываемой нами концепции экологонормативного недропользования являются:

- Презумпция необходимости недопущения дальнейшей деградации экологически неустойчивых северных экосистем под влиянием действующей в настоящее время хозяйственной системы и отдельных недропользователей.

- Регулирование воздействия на экосистемы вновь организуемых производств только на основе экологических нормативов.

- Восстановление нарушенных экосистем или целенаправленное придание им общественно-полезных и социально-значимых качеств (рекреационных, эстетических, утилитарных).

4. Основой реализации предлагаемой геоэкологической концепции недропользования в Якутии являются опережающие освоение перспективных территорий комплексные геоэкологические исследования, разработка и внедрение в производство способов и средств минимизации выделений вредных веществ, пыли, проявлений термоэрозии, рекультивации нарушенных земель, учитывающих и использующих геоэкологические особенности криолитозоны.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные нами результаты многолетних исследований по теме диссертационной работы позволяют заключить следующее.

1. Недропользование на северных территориях России развивалось в два этапа. Начальный этап был связан с расширением границ русского государства и продолжался вплоть до 20-30 гг. XX в. и характеризуется преобладанием традиционных аборигенных форм хозяйственной деятельности. За этот период были заложены основы изучения природных условий и геологического строения северных земель, технологии добычи и переработки полезных ископаемых для суровых природно-климатических условий, накоплен значительный материал о месторождениях многих минеральных ресурсов на Севере, начаты разработки наиболее ценных из них.

На современном этапа развития недропользование на Российском Севере занимает доминирующую роль в экономическом блоке страны и ее регионов. С другой стороны, масштабные и разнообразные формы недропользования в пределах российского сегмента криолитозоны ведут к значительной трансформации экосистем, подвергаемых техногенному воздействию.

На основе изучения специфических природно-климатических, геологических и техногенных факторов недропользования в условиях криолитозоны, опыта районирования территории республики нами приведены геоэкологическая типизация экосистемных комплексов Якутии, преобразуемых при недропользовании, и принципиальная схема геоэкологической типизации видов минеральных ресурсов как объектов недропользования региона, позволяющие соотносить преобразование природных комплексов под воздействием на них процессов и факторов недропользования, анализировать возникающие последствия.

2. В качестве основных географических факторов влияющих на воздействие недропользования на природный комплекс приняты климатические (среднегодовые температурные показатели января и июля месяцев) и мерзлотные (характеристика мерзлой толщи, льдистость пород, наличие таликов, наледей) показатели.

Геологическими и горнотехническими факторами оказывающими значительное влияние на выбор способа и систем их разработки и на геоэкологические последствия недропользования выделены глубина залегания, форма продуктивных тел, газо- нефтепроявления в горные выработки, пылеобразования при технологических операциях, распределение и содержание полезного компонента, геохимические особенности районов расположения месторождений минеральных ресурсов, наличие водоносных горизонтов. Технологическими факторами воздействия на геосистемы при недропользовании отмечены способ и системы разработки месторождений, которые определяют выбор применяемой техники, масштаб и сроки освоения. Установлено, что совокупное воздействие выявленных факторов воздействия недропользования на состояние геосистем криолитозоны приводит к их существенной трансформации.

3. При недропользовании в результате значительного всестороннего воздействия на природную среду неизбежно происходит трансформация исходных природных комплексов и их преобразование. Новообразованные комплексы в работе названы природно-техногенными экосистемными комплексами (ПТЭСК), которые включают как природные, так и техногенные элементы, взаиморасположение которых, преобладание одной части над другой из них зависят от исходных природно-географических условий территории, масштабов и длительности техногенного воздействия, вида месторождения (россыпное, рудное или другое), применяемой технологии добычи и обогащения.

Трансформация природных комплексов при разработке месторождений минерального сырья происходит в несколько стадий. Приведена принципиальная схема геоэкологической типизации объектов недропользования Якутии, которая дает возможность оценки геоэкологических последствий недропользования. Установлено, что масштаб, формы воздействия на природную среду при освоении месторождений зависят от этапов развития горных работ, от вовлечения в отработку составляющих частей геологических образований (участок, месторождение или россыпное или рудное поле, зона или узел, провинция).

4. Выявлено, что одним из актуальных вопросов геоэкологического оздоровления производственной среды, повышения безопасности горных работ является снижение вредных выбросов, в первую очередь, минимизация образования пыли при различных технологических операциях. Научно обоснована и практически реализована возможность использования градиента отрицательных и положительных температур для повышения эффективности пылеподавления, рекомендуется комплекс мероприятий по снижению пылеобразования при различных технологических циклах открытых и подземных горных работ с применением высокоэффективных средств снижения запыленности воздуха, конструкции которых защищены авторскими свидетельствами на изобретения.

В работе предложены способы минимизации влияния положительных температур на боковую поверхность полигона, представленного сильнольдистыми породами, различные варианты подготовки поверхности и склонов отвалов с использованием слоя мелкозема из отвалов вскрыши россыпного месторождения с внесением минеральных удобрений, смеси из песка, опилок и в качестве вяжущего и минерального удобрения осадка канализационных очистных сооружений (КОС). Разработанные научно-практические рекомендации по биологической рекультивации отвалов внедрены алмазо- и угледобывающими предприятиями Якутии.

5. Территория Якутии предлагается как естественный полигон для отработки и практического применения методологии экологического нормирования, которая в нашем понимании представляет собой процесс разработки, внедрения в практику и дальнейшего совершенствования целого комплекса научно обоснованных природоохранных и законодательных мероприятий реализуемых в определенной последовательности. Основными принципами обосновываемой нами концепции эколого-нормативного недропользования являются:

- Презумпция необходимости недопущения дальнейшей деградации экологически неустойчивых северных экосистем под влиянием действующей в настоящее время хозяйственной системы и отдельных недропользователей.

- Регулирование воздействия на экосистемы вновь организуемых производств только на основе экологических нормативов, разрабатываемых в результате комплексного экологического мониторинга.

- Восстановление нарушенных экосистем или целенаправленное придание им общественно-полезных и социально-значимых качеств (рекреационных, эстетических, утилитарных).

Основой реализации предлагаемой геоэкологической концепции недропользования в Якутии являются опережающие освоение перспективных территорий комплексные геоэкологические исследования, разработка и внедрение в производство способов и средств минимизации выделений вредных веществ, пыли, проявлений термоэрозии, рекультивации нарушенных земель, учитывающих и использующих геоэкологические особенности криолитозоны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абакумов В.А. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 318 с.
2. Агошков М.И. Разработка рудных месторождений. – М.: Metallurgizdat, 1954.
3. Агранат Г.А. Возможности и реальности освоения Севера: Глобальные уроки // М.: ВИНТИ, 1992. – 190 с.
4. Алаев Э.Б. Социально-экономическая география: понятийно-терминологический словарь. - М.: Мысль, 1983. - 350 с.
5. Аласные экосистемы: Структура, функционирование, динамика / Д.Д. Саввинов, С.И. Миронова, Н.П. Босиков и др. – Новосибирск: Наука, 2005. – 264 с.
6. Александрова Т.Д. Нормирование антропогенно-техногенных нагрузок на ландшафт. Состояние проблемы. Возможности и ограничения // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1990. - №1. – С. 46-54
7. Александрова Т.Д. От прикладной и конструктивной географии к геоэкологии // Проблемы региональной экологии, №1, 2006
8. Алексеев А.Н. Первые русские поселения XVII—XVIII вв. на северо-востоке Якутии. — Новосибирск: ВО "Наука", 1996. – 250 с.
9. Алексеев В.Р. В краю вечного холода: Записки географа-мерзлотоведа. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2010. – 393 с.
10. Алексеев В.Р., Усов В.А. Влияние наледей на инженерные сооружения Амуро-Якутской магистрали // Материалы по мерзлотоведению Сибири и Дальнего Востока. – Иркутск: 1964. – С. 93-97
11. Алексеев Н.Н., Козьмин Б.М. Вопросы освоения углеводородных ресурсов Восточной Сибири и Якутии на основе учета современной геодинамики недр // Наука и образование, 2005, №4 (40). – С. 53-57
12. Алексеев С.В., Алексеева Л.П., Кононов А.М. Влияние подземного захоронения дренажных вод карьера трубки «Удачная» на состояние криолитозоны в пределах Киенгского полигона // Проблемы и пути эффективной отра-

- ботки алмазоносных месторождений: Международная научно-практическая конференция: сборник докладов. Новосибирск: Наука, 2011. – С. 536-540
13. Алексеев С.В., Гладков А.С., Алексеева Л.П., Кононов А.М., Карпенко М.А. Криогенное строение и тектоническая нарушенность горных пород в пределах Ботуобинского полигона захоронения дренажных вод карьера трубки «Нюрбинская» // Проблемы и пути эффективной отработки алмазоносных месторождений: Международная научно-практическая конференция: сборник докладов. Новосибирск: Наука, 2011. – С. 500-502
14. Антонов Е.П. Промышленное освоение Якутии в 1920–1930-е гг. // Электронный журнал «[Сибирская Заимка](http://zaimka.ru)» [№3, 2002.](http://zaimka.ru/03_2002/antonov_sakha/)
http://zaimka.ru/03_2002/antonov_sakha/
15. Арктика на пороге третьего тысячелетия (ресурсный потенциал и проблемы экологии). – СПб.: Наука, 2000. – 247 с.
16. Артамонова С.Ю., Иванов В.В. Роль геолого-геохимических методов при оценке воздействия горнодобывающих предприятий на природную среду // Пути эффективного использования экономического и промышленного потенциала Южно-Якутского регионо в XXI веке. (Сб. науч. Трудов по матер. Респ. Науч.-практ. конф.) Т. II. Нерюнгри, изд.-во ЯГУ, 2000. – С. 75-83
17. Артамонова С.Ю., Иванов В.В., Салова Т.А., Соколова В.А. Экологическая опасность цианирования в бассейне р.Б.Куранах // Колыма, 1999, №4. – С. 34-36
18. Арчегова И.Б. Некоторые принципиальные подходы к охране и восстановлению природной среды // Газопровод Ямал-Центр: Прогноз изменений и приемы восстановления природной среды. Труды Коми научного центра УрО РАН, №131. – Сыктывкар, 1993. С. 17-23
19. Бакакин В.П. Основы ведения горных работ в условиях вечной мерзлоты. – М.: Металлургиздат, 1958. – 213 с.
20. Бакланов П.Я. Динамика природно-ресурсного потенциала территории и методы ее оценки // География и природные ресурсы, 2000, №3 – С. 10-16.

- 21.Баландин В.А., Григорьев М.Н., Шумилов Ю.В. Экологические последствия разработки минеральных ресурсов криолитозоны Арктики // Колыма, 1989. №10. – С. 35-38
- 22.Безель В.С., Кряжимский Ф.В., Семериков Л.Ф. Экологическое нормирование и его роль в оптимизации среды // Экологическое нормирование: проблемы и методы. Тез.докл. - М.,1992. - С.18-19
- 23.Белан Л.Н. Геоэкологические основы природно-техногенных экосистем горнорудных районов Башкортостана: Диссертация д-ра географ. наук. – Москва, 2007
- 24.Беллер Г.А. Экзамен разума. – М.: Мысль, 1988. – 251 с.
- 25.Биогеохимические основы экологического нормирования / В.Н. Башкин, Е.В.Евстафьева, В.В. Снакин, И.О. Алябина и др.- М.: Наука, 1993, - 304 с.
- 26.Божедонов А.И. Физико-технические основы рекультивации горных отвалов в условиях Якутии // Пути решения актуальных проблем добычи и переработки полезных ископаемых. Материалы республиканской научно-практической конференции. 27-29 августа 2003 г., г. Якутск. Ч. 1. – Якутск: Изд-во ЯГУ, 2003. - С. 24-28
- 27.Большаков В.Н., Данилов Н.Н. Устойчивость тундровых экосистем в условиях Севера Сибири // Проблемы рационального природопользования и контроля качества природной среды Севера Сибири (сборник научных трудов). – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1979. – С. 60-61.
- 28.Большая Советская Энциклопедия (в 30 т). – М.: Советская энциклопедия, 1970-1978.
- 29.Босиков Н.П. Эволюция аласов Центральной Якутии. – Якутск: Изд-во ИМЗ СО АН СССР, 1991. – 128 с.
- 30.Боякова С.И. Освоение Арктики и народы Северо-Востока Азии (XIX в. - 1917 г.). - Новосибирск: Наука, 2001 – 160 с.
- 31.Браун Дж., Граве Н.А. Нарушение поверхности и ее защита при освоении Севера. – Новосибирск: Наука, 1981. – 89 с.

32. Бурцева Е.И. Геоэкологические аспекты развития Якутии. – Новосибирск: Наука, 2006. – 270 с.
33. Бурштейн Л.С., Курочкин А.Н. Исследование физико-механических свойств мерзлых коренных пород // Тепловые и механические процессы при разработке полезных ископаемых. – М., 1965. – С. 98-116.
34. Бычев М.И., Яковлев В.Л., Петрова Г.И. Угли Якутии и перспективные направления их использования. – Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1996. – 120 с.
35. Валуев В.П., Глеб М.П. Некоторые вопросы охраны природы при ведении горных работ на алмазных месторождениях Якутии // Охрана природы Якутии (Сборник научных трудов). – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1979. – С. 95-97
36. Василевич В.И. Фитоценотические объекты как системы // Проблемы экологии, геоботаники, ботанической географии и флористики. Л.: Наука, 1977. – С. 5-14
37. Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 181 с.
38. Васильев П.Н., Зубков В.П. Новая технология разработки для Эльгинского каменноугольного месторождения в Южной Якутии // Уголь, 2008, №3. – С. 56-57.
39. Васильев П.Н., Зубков В.П., Иудина Т.М. Геотехнологии подземной разработки угольных месторождений Якутии. – Якутск: ЯНЦ СО РАН, 2010. – 248 с.
40. Васючков Ю.Ф., Воровьев Б.М. Скважинный углегазоэлектрический комплекс и проблемы экологии // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М.: Изд-во Московского гос-го горного университета, 2006. – №2. – С. 178-184
41. Вигандт В.А. Опыт сооружения и эксплуатации обратной закачки дренажных вод карьера «Мир» // Горный журнал, 1994. – №9. – С. 60-62
42. Видина А.А. Методические вопросы полевого крупномасштабного картографирования // Ландшафтоведение. – М.: 1963. – С. 102-127

43. Викулов М.А., Ефремов А.П. Эксплуатация очистных механизированных комплексов в зоне многолетней мерзлоты. – Якутск: Изд-во Якутского ун-та, 2003. – 169 с.
44. Викулов М.А., Киржнер Ф.М., Скуба В.Н. и др. Рекомендации по повышению эффективности применения механизированных крепей в условиях многолетней мерзлоты. – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1983.
45. Влияние горнодобывающей промышленности на экосистемы Северо-Востока Якутии / В. И. Захарова, Н.К. Потапова, Н.С. Карпов, В.И. Перфильева, Я.Л. Вольперт, А.П. Исаев. – Новосибирск: Наука, 2010. – 208 с.
46. Волкова В.Г., Давыдова Н.Д. Техногенез и трансформация ландшафтов. – Новосибирск: Наука, 1987. – 190 с.
47. Вольперт Я.Л., Шадрина Е.Г. Мелкие млекопитающие северо-востока Сибири. – Новосибирск: Наука, 2002. – 246 с.
48. Воробейчик Е.Л., Садыков О.Ф., Фарафонов М.Г. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем (локальный уровень). – Екатеринбург: Наука, 1994. – 280 с.
49. Восстановление земель на Крайнем Севере / Под ред. И.Б. Арчевой – Сыктывкар: Коми научный центр УрО РАН, 2000. – 152 с.
50. Временная инструкция по рекультивации земель, нарушенных при разработке многолетнемерзлых россыпей Северо-Востока СССР. Магадан, 1990.
51. Временное руководство по защите ландшафтов при прокладке газопроводов на крайнем Севере. – Якутск, 1980. – 50 с.
52. Временное руководство по комплексному обеспыливанию угольных шахт Северо-Востока СССР / Е.Н. Чемезов, А.В. Трубицын, В.В. Иванов, И.П. Белоногов, В.В. Кудряшов, Р.Ф. Уманцев / Кемерово: Изд-во ВостНИИ, 1986. – 36 с.
53. Втюрин Б.И. Криогенное строение многолетнемерзлых пород Якутии как основа долгосрочного инженерно-геокриологического прогноза // Устойчивость поверхности к техногенным воздействиям в области вечной мерзлоты. – Якутск: ИМЗ СО АН СССР, 1980. – С. 50- 57

54. Гаврилова М.К. Климат и многолетнее промерзание горных пород. – Новосибирск: Наука, 1978. – 214 с.
55. Гаврилова М.К. Современный климат и вечная мерзлота на континентах. – Новосибирск: Наука, 1981. – 113 с.
56. Гаврилова М.К., Федоров А.Н., Варламов С.П. и др. Влияние климата на мерзлотные ландшафты Центральной Якутии. – Якутск: Ин-т мерзлотоведения СО РАН, 1996. – 152 с.
57. Гаврилова М.К., Федорова Е.Н., Лазебник О.А. О районировании Севера России по дискомфортности проживания // Наука и образование. – 2003. - №2. – С. 16-24
58. Галченко Ю.П. Методика определения биологически обоснованного уровня пылевого загрязнения природных экосистем при разработке месторождений // Научные и практические аспекты добычи цветных и благородных металлов. Доклады международного совещания. Том 2. / Ред. Ю.А. Мамаев, В.Г. Крюков: Хабаровск, 200. – С. 386-392.
59. Гарагуля Л.С., Гордеева Г.И., Хрусталева Л.Н. Оценка геоэкологического состояния природно-технических систем в криолитозоне // Геоэкология, 1997. №4. – С. 40-53
60. Геология и полезные ископаемые Якутской АССР. Доклады на XIV научной сессии ЯФ СО АН СССР. – Якутск: Якутское книжное изд-во, 1962. – 452 с.
61. Геология Якутской АССР. - М.: Недра, 1981. - 300 с.
62. Геоэкология и природопользование. Понятийно-терминологический словарь / Козин В.В., Петровский В.А. – Смоленск: Ойкумена, 2005. – 576 с.
63. Герасимов И.П. Охрана природы Севера // Проблемы рационального природопользования и контроля качества природной среды Севера Сибири. – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1979. – С. 122-138
64. Гигиена труда и профилактика профессиональных заболеваний горнорабочих угольных шахт Северо-Востока СССР / Петровская И.В., Галкин А.Ф., Чемезов Е.Н. и др. - Якутск, 1981.- 28 с.

- 65.Голева Р.В. Значение геоэкологической типизации рудных месторождений по видам и индикаторам загрязнений для организации охраны окружающей среды // Геоэкологические исследования и охрана недр: Научно-технический информационный сборник: М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1999. Вып. 1. – С. 29-34
- 66.Голева Р.В. Методические основы и принципы геоэкологической типизации рудных месторождений по основным видам токсикантов и индикаторам токсичности // Геоэкологические исследования и охрана недр: Научно-технический информационный сборник: М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1999. Вып. 4. – С. 19-29
- 67.Головнев А.В. Историческая типология хозяйства народов Северо-Западной Сибири. — Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 1993. — 137 с.
- 68.Голубев Г.Н. Геоэкология: Учебник — М.: Изд-во ГЕОС, 1999. — 338 с.
- 69.Гончаров Ю.Т. Региональные особенности разработки россыпей и рекультивация нарушенных земель в условиях Южной Якутии // Проблемы техногенеза и рекультивации при разработке многолетнемерзлых россыпей. Сб. научных трудов. — Магадан: ВНИИ-1, 1987.- С. 31-38
- 70.Гончарук Е.И., Сидоренко Г.И. Гигиеническое нормирование химических веществ в почве: руководство. - М.: Медицина, 1986. - 320 с.
- 71.Горбацкий Г.В. Физико-географическое районирование Арктики. Ч.1. — Л.: Изд-во ЛГУ, 1967.
- 72.Горохов А.Н., Саввинов Д.Д., Федоров А.Н. Ландшафтно-экологический анализ бассейна р. Амги — Якутск: Изд-во Института мерзлотоведения СО РАН, 2000. — 110 с.
- 73.Горохов А.Н., Васильев И.С., Иванов В.В. Антропогенная измененность ландшафтов Южно-Угуйской золотоносной зоны (Южная Якутия) // Наука и образование. — 2012. - №4. — С. 45-48
- 74.Государственный доклад о состоянии и охране окружающей среды Республики Саха (Якутия) в 2009 году /Министерство охраны природы РС(Я). Якутск: 2010. — 228 с.

- 75.Готовцев С.П. Особенности изменения температуры криогенной толщи при захоронении дренажных рассолов карьера трубки «Удачная» // Проблемы и пути эффективной отработки алмазоносных месторождений: Международная научно-практическая конференция: сборник докладов. Новосибирск: Наука, 2011. – С. 540-544
- 76.Граве Н.А. Место и направление геокриологических исследований в проблеме охраны среды и рационального природопользования в области вечной мерзлоты // Устойчивость поверхности к техногенным воздействиям в области вечной мерзлоты. – Якутск: ИМЗ СО АН СССР, 1980. – С. 6-12
- 77.Граве Н.А. Принципы оценки чувствительности поверхности к техногенным воздействиям (на примере Якутии) // Охрана природы Якутии. Сб. научных трудов. – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1979. – С. 91 – 94
- 78.Григорьев М.Н., Зобачев В.А. Особенности криоморфогенеза в районе деятельности Куларского ГОКа // Климат. Почва. Мерзлота: Комплексные исследования в районах Сибири и Дальнего Востока: Сб. научных трудов. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. – С. 152-157
- 79.Губайдуллин М.Г. Геоэкологическая оценка и прогноз состояния территории при освоении минерально-сырьевых ресурсов Европейского Севера России: Дис. ...д-ра геол.-минер. наук. – Архангельск.: 2003.
- 80.Гудериан Р. Загрязнение воздушной среды. – М.: Мир, 1979. – 200 с.
- 81.Гумилев Л.Н. Этногенез и биосфера Земли. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 526 с.
- 82.Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. Экологический вызов и устойчивое развитие. Учебное пособие. – М.: Прогресс-Традиция, 2000. – 416 с.
- 83.Дедю И.И. Экологический энциклопедический словарь: cnshb.ru/AKDil/0039/
- 84.Десяткин Р.В. О некоторых экологических проблемах сельскохозяйственного производства в Якутии // Проблемы экологии Якутии. Биogeографические исследования. – Якутск: Изд-во Якутского госуниверситета, 1996. – С. 112-123

85. Дмитриев В.В., Фрумин Г.Т. Экологическое нормирование и устойчивость природных систем. – СПб.: Наука, 2004. – 294 с.
86. Докучаев В.В. Сочинения. Т.6. - М.: Изд-во Акутск: ЯФ СО РАН СССР, 1951. - 596 с.
87. Дроздов А.В. Влияние природной газоносности трубки «Удачная» на ход строительства алмазного рудника // Горный журнал, 2009. - №9. – С. 44-48
88. Дроздов А.В. Природные и техноприродные резервуары промышленных стоков в криолитозоне (на примере Якутской части Сибирской платформы). – Якутск: Изд-полиграф-й комплекс СВФУ, 2011. – 416 с.
89. Дядькин Ю.Д. Влияние теплового режима шахт на запыленность рудничного воздуха. – Колыма, 1965, №1 С. 15-17.
90. Дядькин Ю.Д. Основы горной теплофизики для шахт и рудников Севера. – М.: Недра, 1968. – 255 с.
91. Егоров Е.Г. Север России: Экономика, политика, наука. – Якутск: Сахаполиграфиздат, 2006. – 560 с.
92. Еловская Л.Г. Классификация и диагностика мерзлотных почв Якутии. – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1987. – 172 с.
93. Елпатьевский П.В., Луценко Т.Н. Горнопромышленный комплекс как фактор формирования химического состава вод (на примере Краснореченского ГОКа) // Научные и практические аспекты добычи цветных и благородных металлов. Доклады международного совещания. Том 2. / Ред. Ю.А. Мамаев, В.Г. Крюков: Хабаровск, 200. – С. 407-415.
94. Ельчанинов Е.А. Состояние и пути снижения нарушений экологической системы при добыче полезных ископаемых в районах многолетней мерзлоты // Устойчивость поверхности к техногенным воздействиям в области вечной мерзлоты. – Якутск: ИМЗ СО АН СССР, 1980. – С. 43-49
95. Емельянов В. И., Мамаев Ю. А., Кудлай Е. Д. Подземная разработка многолетнемёрзлых россыпей. - М.: Недра, 1982. – 240 с.

96. Ермаков С.А., Бураков А.М., Заровняев Б.Н. Открытая разработка россыпных месторождений в условиях криолитозоны: учеб. пособие. – М.: Вузовская книга, 2008. – 216 с.
97. Ермаков С.А., Бураков А.М., Заудальский И.И., Панишев С.В. Совершенствование геотехнологий открытой разработки месторождений Севера / Отв. ред. В.А. Шерстов. – Якутск: ЯФ ГУ «Изд-во СО РАН», 2004. – 372 с.
98. Ефремов А.П., Васильев П.Н., Викулов М.А., Стариков А.В. Концепция освоения перспективных угольных месторождений Южной Якутии на основе комбинированного способа разработки // Пути эффективного использования экономического и промышленного потенциала Южно-Якутского региона в XXI веке. Сб. науч. трудов. Т. 2. Якутск: Изд-во Якутского ун-та, 2000. С. 31-43.
99. Ждамиров В.М. Экологические проблемы Кузбасса//Уголь. – 1990. -№9. С. 25-29
100. Жекулин В.С. К вопросу о типологии ландшафтов Северо-Запада РСФСР // Ученые записки Латвийского ун-та. Т. 37, 1961
101. Железняк М.Н., Любомиров А.С. Оценка мерзлотных и инженерно-геологических условий Эльгинского месторождения углей и задача охраны природной среды // Наука и образование, 2000. №3. – С. 81-85
102. Журавлев В.П., Беспалов В.И. Критериальная оценка и моделирование процесса гидрообеспыливания // Аэродисперсные системы и коагуляция аэрозолей: Тез. докл. II Всесоюз. Научно-техн. конф., 18-20 мая 1988 г.- М., 1988.-С 12-13.
103. Заболотник С.И. Районирование территории страны по суровости климатических условий // Управление мегаполисом. – 2008.- №6. – С. 104-111
104. Залетаев В.С. О совмещении и наложении естественных и антропогенных процессов в природных системах // Информационные проблемы изучения юиосферы. М.: Наука, 1988. - С. 135-142
105. Замощ М.Н. Оценка нарушений речных долин и обоснование направлений рекультивации при разработке россыпей бассейна Верхней Колымы //

Проблемы техногенеза и рекультивации при разработке многолетнемерзлых россыпей. Сб. науч. трудов ВНИИ-1. – Магадан, 1987. С.16-24.

106. Замощ М.Н., Папернов И.М. Геофизическая азональность и принципы рекультивации земель, нарушенных при разработке россыпей Северо-Востока СССР // Проблемы техногенеза и рекультивации при разработке многолетнемерзлых россыпей. Сборник научных трудов. – Магадан: ВНИИ-1, 1987. – С. 5-15
107. Заудальский И.И., Козлов Г.Г. Методическое руководство по рекультивации земель Южной Якутии. – Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1998. – 140 с.
108. Захаров А.И., Гаркунов Г.А., Чижов Б.Е. Виды и масштабы воздействия нефтедобывающей промышленности на лесной фонд Ханты-Мансийского автономного округа // Леса и лесное хозяйство Западной Сибири. Вып. 6. – Тюмень: Изд-во ТГУ, 1998. С. 149-160.
109. Захаров В.Н., Кубрин С.С., Аверин А.П. Мониторинг и прогноз техногенных гидро-, газо- и геодинамических явлений на рудниках АК «Алроса» // Проблемы и пути эффективной отработки алмазных месторождений: Международная научно-практическая конференция: сборник докладов. – Новосибирск: Наука, 2011. – С. 157-162
110. Зелинская Е.В., Ринчино А.Б., Федотов П.К., Славнов К.А. Технологические аспекты природопользования // Известия вузов. Горный журнал. – 2003. - №5. – С. 55-58
111. Зеньков И.В. Анализ изменения агрохимических показателей почв в рекультивации земель сельскохозяйственного назначения//Уголь. – 2007. - №7. – С. 68-71
112. Зеньков И.В. Исследование условий и последствий применения гидравлических экскаваторов в технологиях рекультивации земель сельскохозяйственного назначения//Уголь. – 2007. - №11. – С. 55-58
113. Зеньков И.В. Новая модель землепользования в угледобывающих регионах Сибири//Уголь. – 2009. - №4. – С. 57-61

114. Зеньков И.В. Обоснование корректировки технологий рекультивации земель сельскохозяйственного назначения на угольных разрезах Центральной Сибири//Уголь. – 2007. - №10. – С. 80-83
115. Зеньков И.В. Эколого-экономические аспекты использования стандартов ISO 9000 в проектировании и корректировке работ по рекультивации земель//Уголь. – 2007. - №4. – С. 60-63
116. Зимон А.А. Адгезия жидкости и смачивание. - М.: Химия, 1974.- 412с.
117. Зубченко Г.В., Сулин Г.А. Рациональное использование водно-земельных ресурсов при разработке россыпей. М., Недра, 1980. 238 с.
118. Зубченко Г.В., Сулин Г.А. Рациональное использование водноземельных ресурсов при разработке россыпей М.: Недра, 1980. - 238 с.
119. Зуев В.М. Геологические факторы отработки якутских месторождений алмазов // Горный журнал, 1994. - №9 – С. 18-19
120. Зыков В.Н., Касьяненко А.А., Попадейкин В.В., Чернышов В.И. Развитие нормативно-правового регулирования охраны природы и экологической метрологии: Учебное пособие / Под ред. Проф. В.И. Чернышова. – М.: Изд-во РУДН, 2005. – 268 с.
121. Иванов В.В. Атмосферный перенос загрязнителей при разработке угольных месторождений // Проблемы и перспективы комплексного освоения месторождений полезных ископаемых криолитозоны: Труды Международной научно-практ. конф..-Якутск: Изд-во Института мерзлотоведения СО РАН, 2005.-т.3. – С. 155-159
122. Иванов В.В. Исследование влияния температуры воды на смачивание углей // Проблемы и перспективы развития горного дела на Северо-Востоке СССР. Материалы науч.-практ. семинара. – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1990. – С. 31-33
123. Иванов В.В. Исследование параметров и повышение эффективности гидрообеспыливания при работе угольных комбайнов в условиях многолетней мерзлоты: Дисс. ... канд. техн. наук.-Якутск, 1990. – 134 с.

124. Иванов В.В. Эколого-нормативное регулирование природопользования РС(Я) // Прикладная экология Севера: Опыт проведенных исследований, современное состояние и перспективы. – Материалы Межд. науч.-практ. конф. – Якутск: ЯФ Изд-ва СО РАН, 2003. – С. 169-174
125. Иванов В.В. Современное состояние природной среды Южной Якутии // Сборник материалов республиканского семинара-совещания «Актуальные вопросы охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности территорий крупномасштабного промышленного освоения. – Якутск: МОП РС(Я), 2007. - С. 34-38
126. Иванов В.В. Экологические аспекты разработки угольных месторождений Северо-Востока России / Под ред. Ю.В. Шумилова. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2007, - 116 с.
127. Иванов В.В., Божедонов А.И., Дахашкин С.Г. Применение экранирования бортов горных выработок при разработке россыпных месторождений алмазов // Экологическая безопасность при разработке россыпных месторождений алмазов: Сб. научных трудов. - Якутск: ИБПК СО РАН, 2004. – С. 143-148
128. Иванов В.В., Горохов А.Н. Ландшафтная структура региона как основа эколого-нормативного управления природопользованием (на примере бассейна р.Алдан) // Проблемы региональной экологии. Выпуск 8: Материалы Второй всероссийской конференции. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. – С. 51-52
129. Иванов В.В., Копылов Р.Н., Неустроева Т.С. Предварительный экологический прогноз разработки Эльгинского месторождения // Проблемы и перспективы освоения природных ресурсов Южной Якутии: Сборник научных трудов. – Якутск: Изд-во Якутского ун-та, 1996. - С. 96-97
130. Иванов В.В., Малышев А.Б., Довиденко Г.П. Оценка эффективности применения предварительного увлажнения пласта в подмерзлотных зонах // Колыма, 1993. - №9-10. - С. 15-16

131. Иванов В.В., Малышев А.Б., Иванов К.Н., Довиденко Г.П. Исследования фильтрационных свойств угольных пластов месторождения «Сангарское» // Колыма, 1993. - № 5. - С. 14-15
132. Иванов В.В., Малышев А.Б., Чемезов Е.Н. Лабораторные исследования эффективности гидрообеспыливания на шахтах Севера // Бюллетень НТИ.- Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1984. - 2 с.
133. Иванов В.В., Малышев А.Б., Чемезов Е.Н. Результаты испытания многоструйных оросителей при очистной выемке угля на шахте Сангарская // Проблемы и перспективы развития горного дела на Северо-Востоке СССР. Материалы науч.-практ. семинара. – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1990. – С.
134. Иванов В.В., Миронова С.И. Экологическое нормирование природопользования в Якутии // География и природные ресурсы. - 2004. - N 4. – С. 40-43
135. Иванов В.В., Миронова С.И., Тарабукина В.Г., Шумилов Ю.В. Экологические аспекты разработки угольных месторождений Южной Якутии // Пути решения актуальных проблем добычи и переработки полезных ископаемых Южной Якутии: Сборник материалов II республиканской научно-практич. конф., г.Нерюнгри, 19-21 октября 2004 г. – Якутск: Изд-во Якутского гос. университета, 2005 г. – С. 254-260
136. Иванов В.В., Муксунов Н.Х. Исследование факела многоструйного оросителя // Физико-техн. проблемы освоения месторождений Севера. Сб. статей. - Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1989. – С. 144-150
137. Иванов В.В., Назарова Г.В. Особенности загрязнения территории, прилегающей к карьеру «Нерюнгринский», выбросами в атмосферу // Южная Якутия - новый этап индустриального развития: Материалы междунар. науч.-практ. Конф. – Нерюнгри: Изд-во Технического института, 2007. Т.2 . - С. 31-34
138. Иванов В.В., Саввинов Д.Д., Шерстов В.А. Влияние предприятий оловодобывающей промышленности на окружающую среду Севера // Тезисы

- докл. Межотрасл. науч.-техн. конф. «Экология горного производства и человек». - Пермь: ВНИИОСуголь, 1993. – С. 121-123
139. Иванов В.В., Шумилов Ю.В. Геоэкологическое преобразование ландшафтов в зоне воздействия алмазодобывающих предприятий Якутии // Проблемы и пути эффективной отработки алмазоносных месторождений: Международная научно-практическая конференция: сборник докладов. - Новосибирск: Наука, 2011. – С. 529-533
 140. Иванов В.В., Шумилов Ю.В., Саввинов Д.Д. Проблемы экологического нормирования природопользования на Севере // Труды междунар. форума по проблемам науки, техники и образ. Том 3. / под ред.: П.Савиных, В.В.Вишневого. – М.: Академия наук о Земле, 2001. - 94-96 с.
 141. Иванов М.С. Криогенное строение четвертичных отложений Лено-Алданской впадины. – Новосибирск: Наука, 1984. – 125 с.
 142. Израэль Ю.А., Абакумов В.А. Об экологическом состоянии поверхностных вод // Экологические модификации и критерии экологического нормирования. Труды Межд. симпозиума, Нальчик, 1-2 июня 1990 г. – Л.: Гидрометеиздат, 1991
 143. Инструкция по проектированию водоохранных комплексов при разработке многолетнемерзлых россыпных месторождений Северо-Востока. – Магадан, 1989. – 102 с.
 144. Исаков Ю. А., Казанская Н. С., Панфилов Д. В. Классификация, география и антропогенная трансформация экосистем. - М.: Наука, 1980. - 227 стр
 145. Исаченко А.Г. Ландшафтно-географические предпосылки экологического нормирования // Известия РГО. Т. 125. Вып. 1. 1993. – С. 31-46
 146. Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. – М.: Высш. школа, 1991. – 365 с.
 147. Исаченко А.Г. Оптимизация природной среды (географический аспект). – М.: Мысль, 1980. – 264 с.

148. Исаченко А.Г. Основные принципы физико-географического районирования // *Geografický časopis*, XIX, 4. Bratislava, 1967.
149. Исследование влияния отвалов вскрышных пород на санитарное состояние атмосферы г. Мирного. / Отчет по НИР. Фонды Института «Якутнипроалмаз», 1986
150. Ишмуратов Б.М., Безруков Л.А., Гаращенко А.В. и др. Региональное природопользование и география общества // *География и природные ресурсы*. – 2004. - №4. – С. 5-11
151. Ищук И.Г. Научно-технический прогресс в области борьбы с пылью на угольных шахтах Советского Союза // *Уголь*. - 1979.- № 9.- С. 27-33.
152. Ищук И.Г., Кузнецов Г.И. Способы и средства пылеподавления на очистных комбайнах // *Итоги науки и техники. Разработка месторождений твердых полезных ископаемых*. - М.: ВИНТИ, 1980.- т. 21.- С. 106-163.
153. Калесник С.В. Основы общего землеведения. – М.-Л.: Учпедгиз, 1947. Изд. 2-е, 1955. – 484 с.
154. Карта полезных ископаемых Республики Саха (Якутия). Масштаб 1 : 1500000. Объяснительная записка. – Спб: Картографическая фабрика ВСЕ-ГЕИ, 2012. – 148 с.
155. Катасонов Е.М., Иванов М.С. Криолитология Центральной Якутии. Путеводитель к экскурсии по Лене и Алдану. – Якутск: 1973. – 37 с.
156. Кириллин Н.Д. Ископаемая мамонтовая кость – особый геокриогенный природный ресурс Севера России: проблемы права, экономики и организации рационального пользования. – Якутск: Дани АлмаС, 2011. – 192 с.
157. Кирин Б.Ф., Ищук И.Г. Борьба с пылью на горнодобывающих предприятиях // *Безопасность труда в промышленности*. - 1981.- № 5.- С. 41-43.
158. Киселев Н.Н., Квашук О.Ю. Геоэкологические задачи угольной промышленности на разных стадиях освоения угольных месторождений//*Горный информационно-аналитический бюллетень*. – М.: Изд-во Московского гос-го горного университета, 2006. - №2. – С. 139-143

159. Климовский И.В., Готовцев С.П. Криолитозона Якутской алмазоносной провинции. – Новосибирск: ВО «Наука». Сибирская издательская фирма, 1994. – 168 с.
160. Козьмин Б.М., Имаев В.С., Имаева Л.П. Сейсмическая опасность Эльгинского угольного месторождения (Южная Якутия) // Наука и образование, 2000. №3. – С. 85-90
161. Колганов В.Ф., Акишев А.Н. Коренные месторождения алмазов Западной Якутии. Справочное пособие. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2011. – 215 с.
162. Колганов В.Ф., Бондаренко И.Ф., Давыденко А.Ю., Васильев П.В. Компьютерное моделирование при разведке и оптимизации разработки месторождений алмазов. – Новосибирск: Наука, 2008. – 262 с.
163. Константинова С.А., Крамсков Н.П., Соловьев В.А. Некоторые проблемы механики горных пород применительно к отработке алмазных месторождений Якутии. – Новосибирск: Наука, 2011. – 223 с.
164. Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию. – Указ Президента РФ от 01.04.1996 г., № 440
165. Концепция экологического нормирования в Российской Федерации. – М.: ВНИИприроды, 2001. – 18 с.
166. Коптюг В.А. Конференция ООН по окружающей среде и развитию. Информационный обзор. – Новосибирск: Издание СО РАН, 1992. – 62 с
167. Косов Б.Ф., Константинова Г.С. Интенсивность роста оврагов в осваиваемых районах Севера Западной Сибири // Вести МГУ. Сер. 5. География, 1969. №1.
168. Котелина Н.С., Арчегова И.Б., Романов Г.Г., Турбанова Л.П. Особенности природопользования и перспективы природовосстановления на Крайнем Севере России. - Екатеринбург: УрО РАН, 1998. – 147 с.
169. Котляков В.М., Агранат Г.А. Российский Север – край больших возможностей // Вестник РАН, 1999. №1

170. Кочуров Б.И. Геоэкология: экодигностика и эколого-хозяйственный баланс территории. – Смоленск: Изд-во Смоленского гос. пед. ун-та, 1999. – 153 с.
171. Красавин А.П., Баньковская В.М. Экологические особенности и типизация техногенного воздействия угледобывающих предприятий на геологическую среду//Проблемы безопасности при эксплуатации месторождений полезных ископаемых в зонах градопромышленных агломераций. Материалы Международного симпозиума SRM-95).- Екатеринбург: УрО РАН, 1997. – С. 413-419
172. Красилов В.А. Охрана природы: Принципы, проблемы, приоритеты. - М.: ВНИИПрироды, 1992. - 174 с.
173. Красовская Т.М. Природопользование Севера России. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – 288 с
174. Краткий справочник горного инженера угольной шахты / Под ред. А.С.Бурчакова и Ф.Ф.Кузюкова. - М.: Недра, 1982
175. Крючков В.В. Предельные антропогенные нагрузки и состояние экосистем Севера // Экология, 1991. №3. – С. 28-40
176. Крючков В.В. Север на грани тысячелетий. – М.: Мысль, 1987. – 268 с.
177. Кудряшов В.В. Гидрообеспыливание горных выработок при отрицательных температурах. – М.: Наука, 1976. – 160 с.
178. Кузнецова Ф.С. История Сибири. Часть 1. Присоединение к России: Учебное пособие для общеобразовательных учреждений. – Новосибирск: Инфолио-пресс, 2002. - 256 с.
179. Кузьмин Ю.И. Биологическая рекультивация техногенных отвалов в условиях Крайнего Севера. – Экология, № 2, 1985. – С. 21-24.
180. Куражковский Ю.Н. Очерки природопользования. М.: Мысль, 1969. - 268 с.
181. Куренчанин В.К. Борьба с пылью на горных предприятиях Якутии. – Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1974. – 34 с.

182. Кучеров И.Б. О принципе дополнительности в геоботанике: Методологические предпосылки возникновения комплементарных подходов к изучению растительности // Журнал общей биологии. – 1995. – Т. 56. - №4. – С. 486-505
183. Ландшафтно-геохимические особенности формирования микроэлементов в среднетаежной зоне Якутии / Г.Н. Саввинов, Я.Б. Легостаева, С.В. Маркова и др.; под ред. Д.Д. Саввинова. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2006. – 319 с.
184. Лаппо Г.М. Города Европейского Севера // <http://geo.1september.ru/articlef.php?ID=199903203>
185. Ларин С.А., Окунев М.И., Громов К.Г. Канцерогенная опасность для рабочих угледобывающей и углеперерабатывающей промышленности // Труды международной науч.-практической конференции. Том 1. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 1999. – с. 268-272.
186. Ларионов В.Р., Иванов В.В., Чемезов Е.Н. Исследование кинетики смачивания водой мерзлой угольной пыли // Уголь, 1988. - №3 – С. 48-50
187. Лебедева Н.А., Лонкунова А.Я. Биологическая рекультивация земель, нарушенных при добыче алмазов в Якутии // Растения и промышленная среда. – Свердловск, 1990. – С. 71-75.
188. Легостаева Я.Б., Саввинов Г.Н. Влияние разработок россыпных месторождений алмазов на почвенный покров северной тайги // Вопросы прикладной экологии Севера: Экология, рациональное использование и охрана мерзлотных почв / Отв. ред.: Д.Д. Саввинов. – Материалы науч. – практ. конф., г.Якутск, 29 марта 2002 г. – Якутск: ЯФ Изд-ва СО РАН, 2002. – 62-65 с.
189. Липец Ю.Г. Экстремальность в статике и динамике регионального развития // Экстремальные районы: Вопросы хозяйственного освоения и структурных сдвигов. – М. – Сыктывкар: Коми науч. Центр УрО АН СССР, 1991. – с 6- 12.

190. Лошиц Ю. Вехи русского освоения Якутии. Опыт кратчайшей хронологии. 2002. Оригинальная публикация: <http://www.voskres.ru/idea/yakutiya.htm>
191. Маак Р.К. Вилюйский округ Якутской области. – СПб., 1887. – Ч. 3. – С. 180
192. Макаров В.Н. Геохимические поля в криолитозоне. - Якутск: Изд-во Ин-та мерзлотоведения СО РАН, 1998. –
193. Макаров В.Н., Федосеев Н.Ф., Федосеева В.И. Геохимия снежного покрова Якутии. – Якутск: Изд-во Ин-та мерзлотоведения СО РАН, 1990. – 152 с.
194. Макаров В.Н., Шац М.М., Мокшанцев Б.К., Сериков С.И. Комплексные экологические исследования на Эльгинском угольном месторождении (Южная Якутия) // Эколого-геохимические проблемы в районах криолитозоны. – Якутск: ИМЗ СО РАН – ассоциированный член изд-ва СО РАН, 1996. – С. 53-62
195. Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. Переиздание книги. // М.: Географический факультет МГУ, 2003.– 355 с.
196. Мартынова Г.А. Инновационные технологии – путь совершенствования проектных решений // Проблемы и пути эффективной отработки алмазодонных месторождений: Международная научно-практическая конференция: сборник докладов. Новосибирск: Наука, 2011. – С. 500-502
197. Машбиц Я. Г. Проблемы районов нового ресурсного освоения в зарубежной географической литературе // Экстремальные районы: Вопросы хозяйственного освоения и структурных сдвигов. – М. – Сыктывкар: Коми науч. Центр УрО АН СССР, 1991. – с. 21-26.
198. Мельников Н.В. Справочник инженера и техника по открытым горным работам. Издание 4-е, переработанное и дополненное. – М.: Госгортехиздат, 1961.- 800 с.

199. Мельников П.И., Некрасов И.А., Климовский И.В., Шумилов Ю.В. О геокриологических принципах систематики месторождений полезных ископаемых // Доклады АН СССР, 1983. Т. 270. №6. – С. 1442-1445
200. Мерзлотные ландшафты Якутии (Пояснительная записка к «Мерзлотно-ландшафтной карте Якутской АССР масштаба 1:2500000») // Федоров А.Н., Ботулу Т.А., Варламов С.П. и др.. – Новосибирск: ГУГК, 1989. - 170 с.
201. Миланова Е.В., Рябчиков А.М. Географические аспекты охраны природы. – М.: Мысль, 1979. – 293 с.
202. Милюков Ф.Н. Рукотворные ландшафты. – М: Мысль, 1978. – 84 с.
203. Милюков Ф.Н. Человек и ландшафты. Очерки антропогенного ландшафтоведения. – М.: Мысль, 1973. – 224 с.
204. Миркин Б.М. Антропогенная динамика растительности //Итоги науки и техники. Ботаника. Том 5. М., 1984. - С. 139-232.
205. Миркин Б.М., Розенберг Г.С. Фитоценология. Принципы и методы. – М.: Наука, 1972. – 212 с.
206. Миронова С.И. Динамика растительности техногенно нарушенных территорий Южной Якутии и возможности управления ею // Наука и образование. – 1996. – № 4. – С. 140-148.
207. Миронова С.И. Техногенные сукцессионные системы растительности Якутии. - Новосибирск: Наука. Сиб. отд., 2000. – 151 с.
208. Миронова С.И., Васильев Н.Ф., Иванов В.В. Растительные ресурсы Южной Якутии в зоне влияния золотодобывающей промышленности и проблемы их оптимизации // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири (СИБРЕСУРС-7-2001): Доклады 7-ой международной научно-практической конференции, Барнаул, 17-19 сентября 2001 г.Томск: Изд.-во Том. ун-та, 2001. – С. 83-86
209. Миронова С.И., Гаврильева Л.Д., Поисеева С.И., Васильев Н.Ф. К вопросу восстановления техногенных земель Якутии // Прикладная экология Севера: Опыт проведения исследований, современное состояние и перспек-

- тивы. Международная научно-практическая конф-я, г. Якутск, 20-21 марта 2003 г. – Якутск: ЯФ Изд-ва СО РАН, 2003. – С. 177-184 с.
210. Миронова С.И., Гаврильева Л.Д., Поисеева С.И., Васильев Н.Ф. Проблемы рекультивации техногенных участков месторождения «Биллях» // Экологическая безопасность при разработке россыпных месторождений алмазов: Сборник научных трудов. / Отв. Редакторы: Н.Г. Соломонов, И.М. Охлопков; СО РАН. Инс-т биологических проблем криолитозоны. – Якутск, 2004. - С. 190-197
 211. Миронова С.И., Иванов В.В. О проблемах восстановления нарушенных земель Южной Якутии // Наука и образование, 2001. - №1. – С. 25-30
 212. Миронова С.И., Иванов В.В. Проблемы и опыт рекультивации нарушенных земель на алмазных месторождениях Якутии // Проблемы и пути эффективной отработки алмазоносных месторождений: Международная научно-практическая конференция: сборник докладов. Новосибирск: Наука, 2011. – С. 521-523
 213. Миронова С.И., Иванов В.В. Проблемы рекультивации земель при недропользовании на Севере // Наука и техника в Якутии. – 2011. №2(21). – С. 49-51
 214. Миронова С.И., Иванов В.В. Опыт рекультивации отвалов алмазных карьеров Якутии // Экология и промышленность России. Декабрь, 2009. – С. 38-39
 215. Миронова С.И., Иванов В.В. Рекультивация земель при разработке месторождений полезных ископаемых Якутии. Учебно-методическое пособие / Якутск: Изд-во Якутского госуниверситета, 2005. – 65 с.
 216. Миронова С.И., Иванов В.В., Кудинова З.А., Горельников В.Н. Первые опыты по рекультивации отвалов угольного разреза «Нерюнгринский» // Южная Якутия - новый этап индустриального развития: Материалы междунар. науч.-практ. конф. – Нерюнгри: Изд-во Технического института, 2007. Т.2 . - С.37-40

217. Миронова С.И., Иванов В.В., Тарабукина В.Г. Экологические основы восстановления отработанных угольных месторождений Якутии // Применение природосберегающих технологий в условиях холодных регионов. Материалы IX Международ. Симпозиума по развитию холодных регионов. 1-5 июня 2010 г. – Якутск, 2010. – С. 92
218. Миронова С.И., Иванов В.В., Тарабукина В.Г., Кудинова З.А. Научно-практические рекомендации по рекультивации отработанных земель рудных месторождений золота (на примере КРП). - Якутск: Изд-во Якутского ун-та, 2010. – 31 с.
219. Михайлов В.А., Бересневич П.В. Снижение запыленности и загазованности воздуха на открытых горных работах. – Киев: Техника, 1975. – 116 с.
220. Михайлов Н.И. Физико-географическое районирование. М.: Изд-во МГУ, 1985. – 184 с.
221. Михайлов Ю.В., Коворова В.В., Морозов В.Н. Горнопромышленная экология: учебное пособие. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 336 с.
222. Морозов Н.П. Концепция экологического нормирования при ведении хозяйственной деятельности // Экологическое нормирование: проблемы и методы. Тез. док. научно-коорд. совета. Пущино, 13-17 апреля 1992 г. – М.: 1992. – С. 94-96
223. Москалев А.Н., Млодецкий В.Р., Васильев Л.М. Испытания шнековых исполнительных органов с комбинированным набором радиальных и тангенциальных резцов // Тез. Всес. отраслевой научно-техн. конф. по борьбе с пылью и профилактика пневмокониозов на предприятиях угольной промышленности. - Донецк, 3-5 октября 1979 г.- М.: 1979.- С.35-36.
224. Моторина Л.В. Ландшафтно-экологический подход к оптимизации природно-техногенных комплексов // Техногенные экосистемы. Организация и функционирование. – Новосибирск: Наука, 1985. С. 12-23

225. Научно-технические проблемы рекультивации земель, нарушенных при добыче полезных ископаемых в СССР (по материалам конференции в г. Орджоникидзе, Днепропетровской обл. 31 мая - 2 июня 1977 г.). М.: ВИНТИ, 1977. 74 с.
226. Наше общее будущее: Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию (МКОСР) / Пер. с англ. М., 1989. – 376 с.
227. Необутов Г.П., Петров А.Н., Черепанов А.Ю. Состояние, перспективы и особенности эксплуатации рудных месторождений Якутии // Проблемы и перспективы комплексного освоения месторождений полезных ископаемых криолитозоны: Труды Международной научно-практ-й конференции. – Якутск: Изд-во Института мерзлотоведения СО РАН, 2005. – Т.1. – С. 192-198
228. Николаева Н.А. Ландшафтное районирование Западной Якутии // Климат. Почва. Мерзлота: Комплексные исследования в районах Сибири и Дальнего Востока: Сб. научных трудов. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. – С. 45-49
229. Николаева Н.А., Егорова Л.П., Шеина З.М. Геосистемный анализ воздействия теплоэнергетики на природную среду Южной Якутии // География и природные ресурсы, 2000, №3 – С. 40-45.
230. Новые способы борьбы с пылью в угольных шахтах / Гельфанд Ф.М., Журавлев В.П., Поелуев А.П., Рыжих Л.И.- М.: Недра, 1975.- 288 с.
231. Ноговицин Р.Р. Недропользование на Севере: Социально-экономические проблемы. – Новосибирск: Наука, 2003. – 232 с.
232. Огнев С.М., Ефремов А.П. Перспективы применения короткозабойной технологии на угольных месторождениях Южной Якутии (на примере Эльгинского угольного месторождения): Препринт. – Якутск: ЯФ изд-ва СО РАН, 2002. – 48 с.
233. Оловин Б.А. Влияние азональных факторов на температуру вечномерзлых грунтов // Мерзлые грунты при инженерных воздействиях. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1984. – С. 28-45

234. Ондар С.О., Путинцев Н.И., Ашак-оол А.В., и др. Проблемы устойчивости экосистем и оценка их современного состояния / Отв. ред. В.В. Бугровский. – Кызыл: ТуВИКОРП СО РАН, 2000. – 182 с.
235. Опекунов А.Ю. Экологическое нормирование. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2001. – 216 с.
236. Опекунов А.Ю., Грацианский Е.В., Холмянский М.А. Перспективы развития экологического нормирования в Российской Федерации // Экология и промышленность России. №6, 2000. – С. 34-36.
237. Ороситель. А.с. 1105658 СССР, МКИ Е 21 Р 5 /00. / Чемезов Е.Н, Малышев А.Б., Яковлев В.Б., Иванов В.В., Авксентьева З.К. (СССР).- 2 с.
238. Ороситель. А.с. 1254171 СССР, МКИ Е 21 Р 5 /00. / Чемезов Е.Н., Яковлев В.Б., Иванов В.В., Малышев А.Б., Иванов К.Н. (СССР).- 3 с.
239. Осодоев М.Т. Борьба с пылью на угольных разрезах Якутии. – Якутск: Изд-во ЯФ СО АН СССР, 1987. – 116 с.
240. Осодоев М.Т. Исследование и разработка обеспыливающего комплекса для угольных шахт Якутии: Дисс. ... канд. техн. наук.- М., 1975.- 157 с.
241. Охрана ландшафтов : толковый словарь. - М.: Прогресс, 1982. - 272 с.
242. Охрана окружающей среды при освоении области многолетнемерзлых пород. – М.: Наука, 1980. - 140 с.
243. Павлов А.В. Тепловой баланс ландшафтных комплексов Севера и его изменение при техногенных воздействиях // Устойчивость поверхности к техногенным воздействиям в области вечной мерзлоты. – Якутск: ИМЗ СО АН СССР, 1980. – С. 13-31
244. Панюков П. Н. Инженерная геология. Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Недра, 1978. - 296 с.
245. Пармузин С.Ю., Суходольский С.Е. Опыт районирования территорий с сильнольдистыми породами по устойчивости к техногенным воздействиям (на примере среднего Ямала) // Устойчивость поверхности к техногенным воздействиям в области вечной мерзлоты. – Якутск: ИМЗ СО АН СССР, 1980. – С. 75-106

246. Парникова А. С. Расселение якутов в XVII — начале XX вв. — Якутск: Кн. изд-во, 1971. - С. 140-141.
247. Петров А.Н. Учет воздействия на окружающую среду при освоении и эксплуатации рудных месторождений Севера // Пути решения актуальных проблем добычи и переработки полезных ископаемых. Материалы республиканской научно-практической конференции 27-29 августа 2003 года, г. Якутск. Часть 1. — Якутск: Изд-во ЯГУ, 2003. - С. 111-114
248. Петров А.Ф., Козьмин Б.М., Шибаетов С.В., Тимиршин К.В. Сейсмогеотектоническая обстановка вдоль трассы нефтепровода «Восточная Сибирь – Тихий океан» на территории Якутии // Наука и образование, 2006. №2. – С. 8-12
249. Петров Н.А., Ефимов В.М., Алексеев Н.Н., Ситников В.С. Состояние и основные задачи инновационного развития нефтегазового комплекса республики Саха (Якутия) // Наука и образование, 2012. №1. – С. 35-39
250. Петрова А.Н. Выращивание многолетних злаковых трав на дражных полигонах в Южной Якутии // Освоение Севера и проблема рекультивации. – Сыктывкар, 1994. – С. 273-281.
251. Петрова А.Н. Эколого-биологические особенности многолетних трав при выращивании на нарушенных землях Якутии // Проблемы экологии Якутии. Вып. 1. Биogeографические исследования. – Якутск, 1996. – С. 155-159.
252. Петрова П.Г. Экология, адаптация и здоровье: Особенности среды обитания и структуры населения Республики Саха. / Под ред. Н.А. Агаджаняна. – Якутск: НИПК «Сахаполиграфиздат», 1996. – 272 с.
253. Пешков А.С., Новак О.Г., Назаревский Н.В. Экологическое нормирование – основа природоохранной деятельности в Российской Федерации // Государственная экологическая экспертиза и оценка воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду на рубеже веков. Мат-лы 5-й Междунар. конф. Москва, 14-18 мая 2001 г. – М.: Изд-ие Междунар. центра

- обучающих систем «Передача технологий для устойчивого развития», 2001. Т.3. – С. 3-8.
254. Письменный А.В., Дроздов А.В., Крамсков Н.П. Гидрогеологические и газовые проблемы разработки месторождений алмазов западной Якутии // Горный журнал, 2011. №1. – С. 67-70
 255. Поздеев В.Б. Географическая концепция региональной геоэкологии: Диссертация д-ра географ. наук. – Смоленск, 2006. – 336 с.
 256. Поздняков А.В. К теории спонтанной самоорганизации сложных структур // Самоорганизация и динамика геоморфосистем. Мат-лы XXVII Пленума Геоморфологической комиссии РАН. – Томск: Изд-во Института оптики атмосферы СО РАН, 2003. – С.30-45
 257. Поздняков А.И., Вольперт Я.Л. Анализ воздействия алмазодобывающей промышленности на окружающую среду Северо-Западной Якутии // Проблемы региональной экологии. – 2008. - №2. – С. 24-28
 258. Поисеев И.И. Устойчивое развитие Севера: эколого-экономический аспект. - Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 1999. – 280 с.
 259. Покровский М.П. О стратегии совершенствования классификации месторождений полезных ископаемых // Известия Уральской государственной горно-геологической академии. Вып. 19. Серия: Геология и геофизика. 2004. - С. 15-27.
 260. Поляков Н.П. Состояние, перспективы и проблемы развития угольной минерально-сырьевой базы Южной Якутии // Пути эффективного использования экономического и промышленного потенциала Южно-Якутского региона в XXI веке. Сб. науч. трудов. Т. 2. Якутск: Изд-во Якутского ун-та, 2000. С. 3-11.
 261. Посттехногенные экосистемы Севера. – СПб.: 2002. – 159 с.
 262. Потапов В.П., Мазикин В.П., Счастливец Е.Л., Вашлаева Н.Ю. Геоэкология угледобывающих районов Кузбасса. – Новосибирск: Наука, 2005. – 660 с.

263. Потапова Л.С. Продолжительность отопительного периода на территории СССР // Изв. АН СССР. Серия география, 1964. - №4. – С. 125-129
264. Потёмкин С. В. Подземная разработка вечномёрзлых россыпей. – Магадан, 1963. – 172 с.
265. Потёмкин С. В. Разработка вечномёрзлых россыпей. - М.: Недра, 1969. – 477 с.
266. Преображенский В.С., Приваловская Г.А., Рунова Т.Г. Природопользование как расширяющаяся сфера социально-экономической деятельности и задачи географической науки // Методологические аспекты современной конструктивной географии. – М.: ИГ АН СССР, 1985. – С. 16-28
267. Природно-техногенные экосистемы Южной Якутии / В.В. Иванов, С.И. Миронова, Ю.В. Шумилов и др.: Под ред. В.А. Шерстова. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2006. – 186 с.
268. Прозоров Л.Л. Становление геоэкологии – закономерный результат исторического развития естественных наук // Геоэкологические исследования и охрана недр: Научно-технический информационный сборник. – М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1999. – Вып. 4. – С.3-11
269. Прозоров Л.Л., Экзарьян В.Н. Введение в геоэкологию. – М.: «Пробел», 2000. – С. 208
270. Производственное объединение «Якутуголь». – Иркутск: Управполтграфиздат, 1986. – 44 с.
271. Пугачев А.А., Тихменев Е.А. Состояние, антропогенная трансформация и восстановление почвенно-растительных комплексов Крайнего Северо-Востока Азии: научно-методическое пособие. – Магадан: Изд-во СВГУ, 2008. – 182 с.
272. Пучкин А.В. Картографирование антропогенной измененности ландшафтов // География и природные ресурсы. – 2007. - №4. – С. 130-134
273. Разумовский С.М. Закономерности динамики биоценозов. – М.: Наука. Сиб. отд., 1981. – 232 с.

274. Региональное природопользование: методы изучения, оценки и управления / П.Я. Бакланов, П.Ф. Бровко, Т.Ф. Воробьева и др.: Под ред. Бакланова, В.П. Каракина: Учебное пособие. – М.: Логос, 2002. – 160 с.
275. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.
276. Рекомендации по отводу под самозарастание земель, нарушенных горными работами (на примере Южной Якутии) / АН РС(Я). Ин-т прикладной экологии Севера; Сост.: С.И. Миронова, Ю.В. Шумилов, В.В. Иванов и др.; Отв. ред. Д.Д. Саввинов. – Якутск, 2001. – 81 с.
277. Рекомендации по эффективному применению механизированных комплексов в условиях многолетней мерзлоты / М.А. Розенбаум, Ф.М. Киржнер, И.Н. Лось и др. – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1986. – 40 с.
278. Республика Саха (Якутия). Комплексный атлас. – Якутск: ФГУП «Якутское аэрогеодезическое предприятие», 2009. – 240 с.
279. Ржевский В.В. Открытые горные работы. Часть I. Производственные процессы: Учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1985. – 509 с.
280. Розанов Л.Л. Технолитоморфная трансформация окружающей среды. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2001. – 184 с.
281. Розенберг Г.С. «Норма» и «патология» для водных объектов: Теория и методы измерения // Успехи современного естествознания, 2012. №11. – С. 15-17
282. Розенберг Г.С., Рянский Ф.Н. Теоретическая и прикладная экология: Учебное пособие. – 2-е изд. – Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. пед. ин-та, 2005. – 292 с.
283. Саввинов Г.Н. Эколого-почвенные комплексы Якутии. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2007. – 312 с.
284. Саввинов Д.Д. Гидротермический режим почв в зоне многолетней мерзлоты. - Новосибирск: Наука, 1976. –254 с.

285. Саввинов Д.Д. Об устойчивости мерзлотных биогеоценозов к антропогенному воздействию // География и природные ресурсы. Новосибирск: Наука, 1981. – с. 124-125
286. Саввинов Д.Д. Температурный и водный режимы лесных почв Якутии // Исследования растительности и почв в лесах Северо-Востока СССР. – Якутск.: Якутское книжное издание, 1971. – С. 118-175
287. Саввинов Д.Д., Кононов К.Е. Тепловой баланс луговой растительности и климат мерзлотных пойменных почв. – Новосибирск: Наука, 1981. – 176 с.
288. Саввинов Д.Д., Кривошапкин В.Г., Копылов Р.Н. и др. Экология Вилюя: Материалы к оценке экологического состояния. – Якутск: ГУП «Полиграфист», 1996. – 144 с.
289. Саввинов Д.Д., Сазонов Н.Н. Микроэлементы в северных экосистемах: на примере Республики Саха (Якутия). - Новосибирск: Наука, 2006. – 208 с.
290. Саввинов Д.Д., Тяптиргянов М.М., Кривошапкин В.Г. и др. Экология реки Вилюй: Состояние природной среды и здоровья населения – Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1993. – 140 с.
291. Саввинов и др., Состояние и пути снижения экологической нагрузки на окружающую среду при разработке оловоносных россыпных месторождений Заполярья // Экология и развитие стран Балтийского региона. Доклады 5-й Международной конференции. 6-9 июля 2000 г. СПб: МАНЭБ, 2000. – С. 262-267.
292. Саушкин Ю.Г. К изучению ландшафтов СССР, измененных в процессе производства. // Вопросы географии. – М., 1951
293. Сафронов А.Ф. Нефтегазоносность Республики Саха (Якутия) и стратегия дальнейших поисков месторождений нефти и газа // Наука и образование, 1997. №1. – С. 75-84
294. Сафронов А.Ф. Перспективы развития нефтегазового комплекса РС (Я) на ближайшую перспективу // Приложение к журналу ИЛ, март, 2009. - С. 20-23

295. Семенов И.В., Сиско Р.К. Комплексная физико-географическая граница Арктики // Изв. ВГО, 1973. – Т. 105. – Вып. 4. – С. 313-319.
296. Серошевский В.Л. Якуты. – СПб., 1896. – С. 407
297. Системы разработки угольных месторождений Северо-Востока / Ю.Д. Дядькин, С.Г. Андрушкевич, В.Н. Скуба и др. – М.: Недра, 1970. – 40 с.
298. Скуба В.Н. Исследование работоспособности очистных механизированных комплексов в условиях многолетней мерзлоты. – Новосибирск: Наука, 1973. – 192 с.
299. Скуба В.Н. Подземная разработка угольных месторождений в условиях вечной мерзлоты. – М.: Недра, 1976. – 96 с.
300. Скуба В.Н. Совершенствование разработки угольных месторождений области многолетней мерзлоты. – Якутск: Якутское книжное изд-во, 1974. – 320 с.
301. Скуба В.Н., Лось И.Н., Киржнер Ф.М. Комбинированная технология освоения угольных месторождений Южной Якутии. – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1986. – 100 с.
302. Славин С.В. Освоение Севера Советского Союза. – М.: Наука, 1982. – 208 с.
303. Смирнов В.И. Геология полезных ископаемых. Учебник для вузов. – М.: Недра, 1989. – 326 с.
304. Снакин В.В. Экология и охрана природы. Словарь-справочник / Под ред. А.Л. Яншина. – М.: Akademia, 2000. – 384 с.
305. Снакин В.В., Кречетов П.П., Алябина И.О., Мельченко В.Е. Оценка состояния и устойчивости экосистем – основа экологического нормирования // Экологическое нормирование: Проблемы и методы (тезисы научно-координационного совещания, Пущино, 13 – 17 апреля 1992 г.). – М.: ВНИИ-природы, 1992. – С. 134
306. Солнцев Н.А. Природный географический ландшафт и некоторые общие его закономерности // Труды Второго Всесоюзного географического съезда. Т.1. М., 1948. – С. 258-269.

307. Солнцев Н.А. Учение о ландшафте: избранные труды. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 384 с.
308. Соловьев П.А. Криолитозона северной части Лено-Амгинского междуречья. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 144 с.
309. Соломонов Н.Г. Фундаментальные и прикладные проблемы экологии и развитие научно-образовательного потенциала Якутии. – Якутск: ЯФ Изд-ва СО РАН, 2002. С. – 608 с.
310. Соломонов Н.Г. Якутская экспедиция АН СССР и развитие биологической, сельскохозяйственной и медицинской наук // Итоги и развитие исследований Якутской экспедиции Академии наук. Материалы научной конф., посвященной 70-летию создания Якутской комплексной экспедиции Академии наук СССР (Якутск, 1 декабря 1995 г.) – Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1996ю – С. 21-36
311. Состояние и пути повышения эффективности добычи олова в Республике Саха (Якутия). – Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2000. – 100 с.
312. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. - Новосибирск: Наука, 1978. - 319 с.
313. Степанов А.М. Экспериментальное определение допустимой антропогенной нагрузки на лесные экосистемы // Проблемы устойчивости биологических систем. – Харьков, 1990. - С. 352-353.
314. Строганов Н.С. Биологический аспект проблемы нормы и патологии в водной токсикологии // Теоретические проблемы водной токсикологии. Норма и патология. - М., 1983. - С. 521
315. Строганов Н.С. Принципы оценки нормального и патологического состояния водоемов при химическом загрязнении // Теоретические вопросы водной токсикологии. - Л., 1981. - С. 16-29
316. Строение и абсолютная геохронология аласных отложений Центральной Якутии. – Новосибирск: Наука, 1979. – 95 с.
317. Сукачев В.Н. Некоторые общие теоретические вопросы фитоценологии // Вопросы ботаники. М.; Л., 1954. Т. 1. С. 291—309.

318. Сумина О.И. Техногенное воздействие на тундровые экосистемы и рекультивация нарушенных территорий. – СПб.: ЛГУ, 1992. – 42 с.
319. Суханова Е.М. Горная промышленность России – СССР в первой четверти XX века: Учебное пособие. – М.: Изд-во «Горная книга», изд-во МГГУ, 2009. – 598 с.
320. Суходровский В.Л. Антропогенно обусловленные склоновые процессы в тундре // Устойчивость поверхности к техногенным воздействиям в области вечной мерзлоты. – Якутск: ИМЗ СО АН СССР, 1980. – С. 36 - 42
321. Счастливцев Е.Л., Брагин В.Е. Геоэкологические проблемы угледобывающих районов Кузбасса и пути их решения//Уголь. - 2007. - №7. – С. 65-67.
322. Счастливцев Е.Л., Брагин В.Е. Геоэкологические проблемы угледобывающих районов Кузбасса//Уголь. – 2007. - №11. – С. 59-62
323. Сыроечковский Е.Е. Крайний Север: Проблемы охраны природы. – М.: Знание, 1989. – 48 с.
324. Сыроечковский Е.Е. Современные проблемы охраны природы Крайнего Севера. – М.: 1984
325. Тарабукина В.Г. Свойства пород отвалов и особенности почвообразования в техногенных ландшафтах // Наука и образование. – Якутск: 1996. - №4. – С. 153-159
326. Территориальная организация природопользования / Т.Г. Рунова, И.Н. Волкова, Т.Г. Нефедова. М.: Наука, 1993. – 208 с.
327. Техногенные экосистемы. Организация и функционирование. – Новосибирск: Наука, 1985. – 136 с.
328. Тимофеев Л.Ф., Кривошапкин В.Г. Методические подходы к разработке медико-биологических критериев районирования Севера Российской Федерации // Наука и образование. – 2005. - №2. – С. 81-86.
329. Тишков А.А. Экологические исследования нарушенных экосистем Севера. – М.: Наука, 1996. – 138 с.

330. Ткач С.М. Методические и геотехнологические аспекты повышения эффективности освоения рудных и россыпных месторождений Якутии. – Якутск: Изд-во Института мерзлотоведения СО РАН, 2006. – 284 с.
331. Ткаченко Н.Г. Применение для борьбы с пылью экологически чистых реагентов // Эффективные технологии, способы и средства, обеспечивающие современные требования к экологии при разработке месторождений полезных ископаемых (Москва, август 1990): Тез. докл. конф./ИГД Минмета СССР – М.: Черметинформация, 1990.-С.118.
332. Толстихин О.Н. Охрана природы. Введение в инженерную геоэкологию: Учеб. пособие. – Якутск: Изд-во ЯГУ, 1990. Вып. 1. – 64 с.
333. Толстихин О.Н., Трофимцев Ю.И. Экологический менеджмент: Регулирование качества окружающей среды на примере Якутии. – Новосибирск: Наука. Сиб. Предприятие РАН, 1998. – 216 с.
334. Тренева Л.Г., Монастырева Н.Н., Наумова О.П. Анализ состояния окружающей среды в зоне техногенного воздействия предприятий АК «АЛРОСА» // Горный журнал, 2011. №1. – С. 92-94
335. Тренева Л.Г., Монастырева Н.Н., Середкина Е.В. Анализ техногенного влияния предприятий АК «АЛРОСА» на атмосферный воздух населенных мест // Проблемы и пути эффективной отработки алмазных месторождений: Международная научно-практическая конференция: сборник докладов. – Новосибирск: Наука, 2011. – С. 513-518
336. Трешоу М. Введение // Загрязнение воздуха и жизнь растений. – Л.: 1988. - С. 15-23
337. Трубецкой К.Н. Проблемы обеспечения экологической безопасности недропользования//Горный журнал. – 2003. №4-5. – С. 3-5
338. Угольная база России. Том V. Книга 2. Угольные бассейны и месторождения Дальнего Востока России (Республика Саха, Северо-Восток, о.Сахалин, п-ов Камчатка). – М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1999. – 638 с.
339. Условия эксплуатации месторождений твердых полезных ископаемых Крайнего Севера. – Новосибирск: Наука, 1982. – 144 с.

340. Уткин К.Д. Черная металлургия якутов второй половины XIX начала XX вв. – Якутск: Кн. изд-во, 1992. – 88 с.
341. Фадеичев А.Ф., Хохряков А.В., Гревцев Н.В., Цейтлин Е.М. Динамика негативного воздействия на окружающую среду на разных стадиях развития горного производства // Известие ВУЗов. Горный журнал, 2012. №1. – С. 39-46
342. Федоров А.Н. Мерзлотные ландшафты Якутии: Методика выделения и вопросы картографирования. – Якутск: Инст-т мерзлотоведения СО АН СССР, 1991. – 140 с.
343. Федоров А.Н. Мерзлотные ландшафты, их устойчивость и восстановление // Лес и вечная мерзлота. – Якутск, 2000. – С. 17-21
344. Физико-химические основы гидрообеспыливания и предупреждения взрывов угольной пыли / Саранчук В.И., Качан В.Н., Рекун В.В. и др. - Киев: Наук. Думка, 1984.-216 с.
345. Хатылаев М.М. Промышленное развитие Якутии в 1946 –1960 гг. - Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1992. – 184 с.
346. Хон В.И., Крамсков Н.П., Цальцалько О.Н., Седурин Н.М., Боронцов Р.А. Опыт внедрения новых средств взрывания в сложных горногеологических условиях // Проблемы и пути эффективной отработки алмазных месторождений: Международная научно-практическая конференция: сборник докладов. – Новосибирск: Наука, 2011. – С. 248-253
347. Хорошилова Л. С. Геоэкологические условия природопользования и безопасности урбанизированного региона Сибири (на примере Кузбасса): Автореф. дисс. докт. геогр. наук. – Томск, 2009. – 46 с.
348. Цыганков А.В. Безопасность освоения месторождений полезных ископаемых в криолитозоне. – Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1994. – 112 с.
349. Чебаненко Б.Б., Майсюк Е.П. Оценка экологической опасности при использовании органических топлив // Труды международной науч.-практической конференции. Том 1. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 1999. – с. 219 – 227

350. Чемезов Е.Н. Основные направления обеспыливания шахт и рудников Севера. - Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1984.- 164 с.
351. Чемезов Е.Н. Управление охраной окружающей среды: Учебное пособие. – Якутск: Изд-во Якутского ун-та, 1997. – 128 с.
352. Чемезов Е.Н., Малышев А.Б., Иванов В.В., Сугаренко Г.Г. Результаты исследования эффективности гидрореактивного пылеподавителя // Бюллетень НТИ.- Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1982. - 3 с.
353. Чемезов Е.Н., Малышев А.Б., Яковлев В.Б., Иванов В.В. Многоструйный ороситель для обеспыливания при работе проходческого комбайна // Колыма, 1988. - №9. – С. 35-36
354. Чурашев В.Н., Журавель Н.М., Клем-Мусатова И.К. Оценка и прогноз эколого-экономического ущерба от разработки угольных месторождений восточных районов и о приоритетах в природоохранной деятельности//Уголь, 2004. - №2. – С. 60-64
355. Шадрина Е.Г., Вольперт Я.Л., Алексеева Н.Н., Данилов В.А., Степанова Т.М. Биоиндикационная оценка изменения качества окружающей среды в результате воздействия алмазодобывающих предприятий // Горный журнал, 2012. - №2. – С. 79-83
356. Шадрина Е.Г., Вольперт Я.Л., Данилов В.А., Шадрин Д.Я. Биоиндикация воздействия горнодобывающей промышленности на наземные экосистемы Севера: Морфогенетический подход. – Новосибирск: Наука, 2003. – 2003. – 110 с.
357. Шадрина Е.Г., Степанова Т.М. Оценка здоровья среды по показателям мутагенного фона почвогрунтов городских территорий на примере гг. Мирный и Якутск // Проблемы региональной экологии, 2008. - №2. – С. 60-64
358. Шац М.М. Дистанционные эколого-геокриологические исследования. – Якутск: ИМЗ СО РАН – ассоциированный член изд-ва СО РАН, 1997. – 80 с.
359. Шепелев В.В., Шац М.М. Районирование территории РФ по условиям проживания с учетом геокриологической обстановки // Наука и образование. – 2005. - №4.- С. 72-79

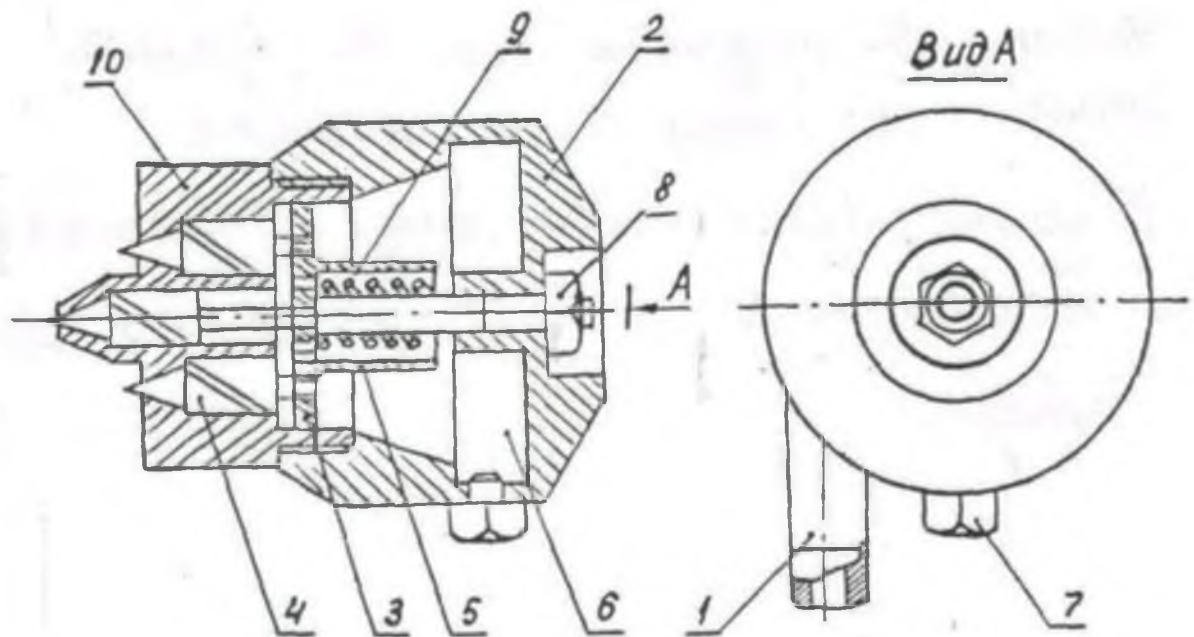
360. Шерстов В.А. Подземная разработка многолетнемерзлых россыпных месторождений. Учебно-методическое пособие. – Якутск: Якутский филиал Изд-ва СО РАН, 2002. – 124 с.
361. Шилов Н.А. Учение о россыпях. – М.: Изд-во Академии горных наук, 2000. – 632 с.
362. Шилов Н.А., Патык-Кара Н.Г., Шумилов Ю.В. Геотехногенные формации минеральных месторождений // Доклады академии наук, 2004, т. 399. - №4. – С. 513-515
363. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с.
364. Шорохов С. М. Технология и комплексная механизация разработки россыпных месторождений. 2 изд. - М.: Недра, 1973. – 765 с.
365. Шумилов Ю.В., Плетникова И.П., Шамшин А.А., Киселева Н.И. Роль и место экологического нормирования в системе формирования природоохранной политики России // Актуальные вопросы в области охраны природной среды / Минприроды России, Росприроднадзор; [отв. ред.: А.Л. Замураев, А.В. Белоусова]. – М.: ВНИИприроды: Университетская книга, 2008. – 164 с.
366. Шумилов Ю.В., Саввинов Д.Д., Иванов В.В. и др. Проблемы и практика экологического нормирования на Севере. – Якутск: Якутский филиал Изд-ва СО РАН, 2001. – 325 с.
367. Экогеохимия городов Восточной Сибири / И.С. Ломоносов, В.Н. Макаров, А.П. Хаустов и др. – Якутск: Ин-т мерзлотоведения СО РАН, 1993. – 108 с.
368. Экологическая безопасность Якутии: Материалы науч.-практ. конф., посвящ. 15-летию ФГНУ ИПЭС (Якутск, 7-8 февраля 2008 г.) / Отв. ред. Г.Н. Саввинов. – Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2008. – 472 с.

369. Экологическое нормирование: Проблемы и методы (тезисы научно-координационного совещания, Пущино, 13 – 17 апреля 1992 г.). – М.: ВНИИ-природы, 1992. – 162 с.
370. Экология бассейна реки Вилюй: Промышленное загрязнение. – Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1992. – 120 с.
371. Экология верхней Амги. – Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1992. – 136 с.
372. Экология горного производства. – М.: Недра, 1991. – 320 с.
373. Экология нижней Амги. – Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1995. – 112 с.
374. Экология реки Вилюй: Состояние природной среды и здоровья населения. - Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1993. – 140 с.
375. Экология средней Амги. - Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1993. – 81 с.
376. Эколого-химический мониторинг урбанизированных территорий на Севере (на примере г. Сыктывкара). // Научные доклады. Коми научный центр УрО РАН. Вып. 354. – Сыктывкар, 1995. – 24 с.
377. Элькин А.Я., Рязанов А.Г. Метод выбора оптимальных технологических схем технической рекультивации //Технология рекультивации и охрана земель при разработке рудных месторождений. – Труды/ИГД МЧМ СССР. – Свердловск: ПО «Полиграфист», 1983. - С. 12-18
378. Эскин В.С. Рекультивация земель, нарушенных открытыми разработками.- М.: Недра, 1975. - 182 с.
379. Ягнышев Б.С. О результатах опережающих геоэкологических исследований на участках горно-разведочных работ и добычи алмазов // Экологическая безопасность при разработке россыпных месторождений алмазов: Сборник научных трудов / отв. редакторы: Н.Г. Соломонов, И.М. Охлопков. – Якутск, 2004. – С. 32-42
380. Ягнышев Б.С., Ягнышева Т.А., Зинчук М.Н., Легостаева Я.Б. Экология Западной Якутии (геохимия геосистем: состояние и проблемы). – Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2005. – 432 с.

381. Якубович И.А. Создание геоэкологической модели освоения горно-промышленного района (на примере Магаданской области): Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – М.: 2003.
382. Ярмишко В.Т. Сосна обыкновенная и атмосферное загрязнение на Европейском Севере. – СПб.: Изд-во НИИ химии С. – Петербургского государственного университета, 1997. – 210 с.
383. Alberti M., Parker J. D. Indices of enviromental quaiity. The searsh for credible measures//Environ. Impact. Assess. Rev. 1991. Vol. 11, № 2. P. 95-101.
384. Constanza R., Daly H., Bartholomew J. Goals, Agenda and Policy Recommendation for Ecological Economics // Ecological Economics: the Scince and Man-agement of Sustainability. N. Y.: Columbia Universitetu Press, 1991
385. Constanza R., et. al. The value of the world's ecosystem services and natural capital // Nature. 1997. Vol. 387. 15 May. - P. 253-261
386. Freedman B., Hutchinson T. C. Pollutant inputs from the atmosphere and accumulations in soils and vegetation near a nickel-copper smelter at Sudbury, Ontario, Canada//Can. J. Bot. 1980. Vol. 58, № 1. - P. 108—132.
387. Ruhling A., Tyler G. Heavy metal pollution and decomposition of spruce needle litter // Oikos. 1973. Vol. 24, № 3. - P. 402—416.
388. Serageldin I., Steer A., others. Making Development Sustainable: from Concepts to Action // Environmentally Sustainable Development Occasional Paper Series, The World Bank, Washington D. C. No. 2. 1994. - P. 68-94.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Конструктивные особенности многоструйного оросителя



Многоструйный ороситель.

1 – штуцер для подвода воды; 2 – корпус оросителя; 3 – диск; 4 – завихрители; 5 – цилиндр; 6 – камера для сбора примесей; 7 – пробка; 8 – регулировочная гайка; 9 – пружина для возврата диска; 10 – крышка оросителя

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Рекомендации по применению многоструйного оросителя

Проведенные исследования позволили рекомендовать для пылеподавления при работе угольных комбайнов в условиях шахт Северо-Востока России следующее:

1. Усовершенствовать систему орошения проходческих комбайнов типа 4ПУ и ГПК путем установки двух многоструйных оросителей вместо коллектора с двенадцатью унифицированными форсунками заводского исполнения. Оросители крепятся на специальных кронштейнах по обе стороны стрелы комбайна на расстоянии 0,75 м от режущей коронки. Факел орошения направляется с таким расчетом, чтобы зона пылеобразования при работе исполнительного органа полностью перекрывалась мелкодиспергированной жидкостью.

2. На очистном комбайне 2К-52 рекомендуется схема гидрообеспыливания с использованием двух многоструйных оросителей. Один из оросителей монтируется на корпусе блока гидродомкрата верхнего шнека, факел орошения перекрывает зоны пылевыделения. Второй ороситель располагается на нижней стороне корпуса привода верхнего исполнительного органа и обеспечивает пылеподавление с торцевой стороны комбайна и междушнекового пространства.

3. Для высокопроизводительных комбайнов 1ГШ-68, КШ-3М предлагается комбинированная схема орошения, включающая по два многоструйных оросителя и часть унифицированных форсунок. Многоструйные оросители располагаются на корпусе комбайнов на расстоянии 0,75 м от исполнительных органов. Факелы орошения направляются на зоны работы шнеков. Унифицированными форсунками обеспечивается пылеподавление в междушнековом пространстве и по торцам комбайна.

4. Параметры подаваемой на орошение воды должны быть: давление 2 МПа, расход не более 30 л/т, температура 50 °С.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Код по ОКУД

Типовая межведомственная форма № Р - 10

Шахта "Сангарская"

Утверждена приказом ЦСУ СССР

ПО "Якутуголь"

3 июня 1982 г. № 380

МУИ СССР

Код по ОКУД

Утверждаю:

Главный инженер шахты "Сангарская"

А.Г. ПАТА

"24" февраля 1988 года

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

научно - технического мероприятия

Многоструйные оросители конструкции Института горного дела Севера им. СО АН СССР по авторскому свидетельству № 1254171, кл. Е21 5/ 00

1. Наименование объекта, на котором внедрено мероприятие :
Шахта "Сангарская" , участок ГИР, проходческий комбайн типа ГИКСИ.

2. Краткое описание и преимущество внедренного мероприятия:
Два оросителя установлены на стреле комбайна на расстоянии 0,75 м от рабочего органа. Факелы орошения охватывают зону пылеобразования. Применение оросителей ИГДС по сравнению с типовой системой имеет следующее преимущество :

а/ регулирование расходом воды в зависимости от условий применения ;

б/ надежность работы из-за устранения засоряемости сопел, предусмотренного в конструкции оросителей ;

в/ высокая эффективность пылеподавления при расходах воды,

не превышающих 25 - 28 л/т.

3. Дата внедрения - 22 февраля 1988 года.

4. Основные показатели, характеризующие результаты внедрения мероприятия : работа имеет социальный эффект - улучшение условий труда горнорабочих. Эффективность пылеподавления оросителями ИГДС при проходе 5-го восточного конвейерного штрека комбайном ГЛКСИ приведена в таблице.

Параметры орошения		Запыленность воздуха, мг/м ³		Эффективность пылеподавления, %
давление воды, МПа	расход воды, л / т	начальная	остаточная	
1,2	25-28	43?	31	92

От шахты "Сангарская"

Главный технолог

В.П. Контрибуц

Зам. главного инженера
по ТБ

А.М. Родыгин

Зам. начальника участка ГИР

И.Д. Чекунов

Механик участка ГИР

В.П. Молоротов

От ИГДС :

Научный сотрудник

В.В. Иванов

Ст. инженер

А.Б. Малышев

Ст. инженер

К.Н. Иванов

Код по ОКУД

Типовая межведомственная форма № Р - 10

Шахта "Сангарская"

Утверждена приказом ЦСУ СССР

ПО "Якутуголь"

30 июня 1982 года № 380

МУИ СССР

Код по ОКУД

Утверждаю :

Главный инженер шахты "Сангарская"

А. Г. ПАТА

"24" февраля 1988 года

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

научно-технического мероприятия

Система орошения, включающая многоструйные оросители конструкции ИГДС /по авторскому свидетельству на изобретение "Ороситель" № 1254171, кл. Е21 5/00/.

1. Наименование объекта, на котором внедрено мероприятие
Участок № I, пласт "Юбилейный", лава № 2, комбайн 2К-52.

2. Краткое описание и преимущество внедренного мероприятия: система орошения включает два оросителя ИГДС, установленных с расчетом перекрытия факелом диспергированной воды обоих шнеков комбайна соединительные трубопроводы, трехходовой кран и крепежные детали.

В конструкции оросителей предусмотрены регулирование расхода воды и устранение засоряемости сопел.

Основные преимущества применения многоструйных оросителей ИГДС :

а/ возможность выбора рационального режима работы оросителей в зависимости от начальной запыленности и условий применения при расходах воды, не допускающих переувлажнения отбитого угля ;

б/ надежность работы оросителя из-за устранения за-

соряемости сопел.;

в/ высокая плотность факела орошения.

3. Дата внедрения : февраль 1988 года.

4. Основные показатели , характеризующие результаты внедрения мероприятия : работа имеет социальный характер – улучшение условий труда горнорабочих /таблица/.

омбайн	Средняя!	параметры орошения		Запыленность воздуха,		Эффективность
	произв	давление	расход	мл / мин		пылеподавлени
	датель- ность комб.			начальная	остаточная	ния, %
	т / мин	МПа	л /мин			
2К-52	2,4	1,0	68	79	58	93

От шахты "Сантарская"

Главный техног

В.П. Контрибуц

Зам. главного инженера
по ТБ

А.М. Родыгин

Зам. начальника уч-ка
ВТБ

В.Г. Шевченко

Начальник участка № 1

А.И. Евдунев

Механик участка № 1

И.И. Герб

От ИГДС :

Научный сотрудник

В.В. Иванов

Ст. инженер

А.Б. Малышев

Ст. Инженер

К.Н. Иванов



"КУЗНЕЦКАЯ"
 ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОММУНАЛЬНАЯ ПРЕДПРИЯТИЕ
 "ПРОХОДКА И ВОЗДУШНО-ТЕПЛОТОВАЯ"

С.С.С.С. Р.В. МАТВИНКО
 28.08.85 1985 года

АКТ О ВНЕДРЕНИИ

Мы, нижеподписавшиеся: главный инженер шахты ПАРОВ В.П., начальник участка № 1 ГАРЕНОВ В.Г., зам. начальника участка ЗАЦАРНИНСКИЙ А.А., сотрудник ИГДС ИВАНОВ В.В., МАЛЫШЕВ А.Б. составили настоящий акт в том, что на шахте "Кадикчанская" при проходке разрезной кечи № 41 комбайном ГИИ внедрены компактные оросители конструкции ИГДС, предназначенные для пылеподавления.

Проходка осуществлялась по зоне геологического нарушения пласта забой выработки представлена песчанником крепостью 5-6 по шкале Протодинкова. Сечение выработки 5,7 м, скорость воздуха на месте отбора проб пыли 0,5 - 0,7 м/с, температура воздуха +30°C. Средняя производительность комбайна 1,5 т/мин. Оросители в количестве 2 шт. установлены на стреле комбайна, заземляющие провода полностью закрывают рабочий орган.

При пылении воздуха 0,7 м и расходе 40-45 л/мин эффективность пылеподавления составила 80 + 5%. Оросители работают достаточно надежно, конструкция их проста и прочна, удобна в эксплуатации.

Главный инженер шахты
 "Кадикчанская"

С.С.С.С. В.П. ПАРОВ

Начальник участка № 1

В.Г. В.Г. ГАРЕНОВ

Зам. начальника участка

А.А. А.А. ЗАЦАРНИНСКИЙ

Инженер ИГДС

В.В. В.В. ИВАНОВ

Инженер ИГДС

А.Б. А.Б. МАЛЫШЕВ

"Твердое"
 зам. директора ЛДС
 по горно-рабочим
 работам
 12 марта 1966 г.

"Твердое"
 инженер
 "Жобария" ЛДС
 "Жутоль"
 12 марта 1966 г.

погострунные поперечные оросители, разработанные лабораторией коллективного обеспечения шахт и рудников ЛДС Л. О. АН СССР при выполнении научно-исследовательской тем 3.3.1. 8. внедрены на участке 1.1.1. для обеспечения работы проходческих комбайнов 1.1.1. по два оросителя установлены на стреле комбайнов на расстоянии 0,7-0,8 м от рабочего органа.

Потоки орошения полностью прекращают зону пылеобразования, не давая пыли распространяться по выработке.

при давлении воды 0,7 мпа и ее расходе 0,1 л/мин достигнута 80% эффективность пылеподавления до 0,05. Остаточная запыленность при применении оросителей не превышает 30 мг/м³.

Экономический эффект рассчитан по методике ЛДС уголь при работе двух проходческих комбайнов с оросителями ЛДС составляет 11,5 тыс. руб/год.

В работе использовано положительное решение ЛДС по заявке № 877145/ 88-03.

ученый секретарь
 Каткова С.А. Мгакова
 патентная служба
 С.С. Горюва
 зав. лабораторией
 А.Н. Чубаров
 М.А. Иванюв
 инженер А.В. Малшев

зам. директора по экономике
 В.А. Кутуев
 зам.гл. инженера по ТБ
 А.В. Лушников
 зам.гл. участка горно-подготовительных работ
 А.Г. Пота

Зам. директора
по научной работе
12 марта 1961 г.

"Утверждаю"
Зам. директора
по экономике
Г.А. Кузнецов
12 марта 1961 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанные по теме 0.0.1.0 Института горного дела Севера Л.С.О.И.О.О.Р. компактные оросители испробованы и измерены при работе очистного комбайна №... на участке №2 шахты "Добродар-Лен" по "жугуголь". два оросителя установились с учетом перекачки воды орошения зоны работы комбайна. при давлении воды 1,0 МПа оросители обеспечивают достаточно тонкое распыление воды и эффективное подавление пыли.

Эффективность подавления пыли составляла: при тихой оросительной системе - 70%, оросителями ИТДС - 60%, комбинированной системы / ТДС совместно с оросителями ИТДС / - 80%, при средней запыленности воздуха без средств борьбы с пылью 100 мг / м³.

Экономический эффект, рассчитанный по методике ЦИОИ уголь, составляет 100 тыс. рублей в год.

использовано дополнительное решение ЦИОИ по заявке № 774-15/

от ИТДС:

Ученый секретарь

Копия от Г.А. Кузнецова

патентная служба

С.А. Горова

аб. лаборатория

М.П. Чепезов

В.В. Иванов

Инженер А.Б. Малышев

от шахты "Добродар-Лен":

Зам. директора по экономике

Г.А. Кузнецов

Зам. тех. инженера по ТБ

М.П. Кушнов

Начальник участка № 2

И.А. Черненко

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Министерство угольной
промышленности СССР

Восточный научно-
исследовательский институт
по безопасности работ в
горной промышленности
(ВостНИИ)

Академия наук СССР
Сибирское отделение

Институт горного дела
Севера
(ИГДС)

СОГЛАСОВАНО

с производственным объединением
"Северовостокуголь" 27.05.85
и с Якутским округом Госгортех-
надзора СССР 28.04.85

УТВЕРЖДЕНО

производственным объединением
"Якутуголь" 22.04.85

ВРЕМЕННОЕ РУКОВОДСТВО
ПО КОМПЛЕКСНОМУ ОБЕСПЕЧИВАНИЮ УГОЛЬНЫХ
ШАХТ СЕВЕРО-ВОСТОКА СССР

Ивановск 1985

Утверждаю

Зам. директора ИГДС


 И.И. Киржнер
 "18" 04 1969 г.

Утверждаю

Директор шахты "Жебарики-Хая"


 И.И. Кузьмин
 января 1969 г.

А К Т

о передаче законченной ИР

Научно-исследовательская работа по теме "Разработать обеспыливающие мероприятия на шахтах и рудниках Северо-востока" (шифр 3.1). План внеплановый "Проект комплексного обеспыливания шахты "Жебарики-Хая" выполнена Институтом горного дела Севера ИГДС СО АН СССР в соответствии с хозяйственным № 1-65-01 от 1 июля 1968 г.

Срок выполнения: январь 1969 г.

Результаты приняты шахтой "Жебарики-Хая" по "Икутуголь" к практическому использованию в виде проекта "Комплексного обеспыливания шахты "Жебарики-Хая".

Технические результаты: проект разработан с учетом последних достижений науки и техники, предложены новые разработки ИГДС, внедрение которых позволит снизить уровень запыленности до норм, близких к ...

Получены поданные авторских свидетельства на изобретение СССР: № 110000, № 1204171. Полученные результаты будут использованы при разработке проекта комплексного обеспыливания шахты "Жебарики-Хая".

Срок внедрения: 1969-1990 гг.

Эффект социальный.

После внедрения проекта шахты "Джебарики-Хая" вышлет в адрес
 НИИ ДО ЯНД СССР документы, подтверждающие внедрение.

Приложение: проект комплексного обследования шахты "Джеба-
 рики-Хая".

Главный секретарь, к.т.н.

В. В. Вильямов

Патентная служба

А. А. Мандикот

Зав. лабораторией, д.т.н.

Н. Н. Чамезов

Сек. исполкома

В. В. Малышев

Второй секретарь

В. В. Яков

Шахта "Джебарики-Хая"

Заведующий шахты

В. А. Прокурин

Зав. отд. инж. по ТБ

В. А. Кладько