

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.П. АСТАФЬЕВА
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

ФАКУЛЬТЕТ БИОЛОГИИ, ГЕОГРАФИИ И ХИМИИ
Кафедра географии и методики обучения географии

Гаврилюк Алексей Игоревич

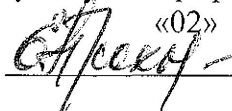
НАУЧНО-КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

**Оценка территориального экологического равновесия при проведении мониторинга
окружающей среды на примере типичных тундровых ландшафтов Приенисейской
Сибири**

Направление подготовки 05.06.01 Науки о Земле

Программа «Геоморфология и эволюционная география»

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ
и.о. зав. кафедрой географии и методики
обучения географии, к.п.н., доцент

«02» сентября 2016 г.
 Е.Н.Проخورчук
(подпись)

Руководитель
к.г.-м.н., доцент Ананьева Т.А.

Дата защиты 17 сентября 2016 г.

Обучающийся: Гаврилюк А.И.

_____ (дата, подпись)

Оценка _____ (прописью)

Красноярск
2016

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Глава 1. основные принципы оценки устойчивости экосистем.....	8
Глава 2. Концептуальные и методические основы проведения исследований	16
2.2. Методика комплексной оценки экологической устойчивости.....	16
2.3. Методика проведения полевых исследований.....	31
2.4. Лабораторные исследования и камеральные исследования.....	43
Глава 3. Комплексная оценка экологического потенциала.....	49
3.1. Оценка исходного экологического потенциала территории.....	50
3.1.1. Литосфера.....	50
3.1.2. Гидросфера.....	57
3.1.3. Атмосфера.....	59
3.1.4. Растительность.....	61
3.1.5. Геохимические показатели среды.....	63
3.1.6. Установка локального геохимического фона.....	65
3.1.7. Комплексная (интегральная) оценка исходного экологического потенциала территории.....	70
3.2. Уровень антропогенной (техногенной) нагрузки на исследуемой территории.....	71
3.3. Оценка состояния экологического равновесия. Современный экологический потенциал территории.....	76
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	78
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	80

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. На настоящий момент в научном сообществе нет общепринятого определения термина «геоэкология». Это понятие разделяют по тем геологическим наукам, методы и подходы которых используются для решения геоэкологических задач. Независимо от направленности теоретической или прикладной деятельности исследования, наука геоэкология призвана к сохранению экологического гомеостаза как во всём мире, так и в определённой ландшафтной среде.

Изучение вопросов, связанных с устойчивостью экологических систем, обусловлено необходимостью решения актуальных проблем взаимодействий общества и природы, проблем сохранения и улучшения качества жизненной среды, рационального природопользования [36]. Поскольку влияние окружающей среды на человека, с одной стороны и воздействие разнообразной хозяйственной деятельности человека на окружающую среду, с другой стороны, идут одновременно по всем взаимодействующим геосистемам, подсистемам и их компонентам, возникает необходимость комплексной геоэкологической оценки состояния ландшафта. Особую роль при этом играет определение его экологического потенциала – природного ресурса, который выражает устойчивость территории к антропогенным нагрузкам.

Известно, что природа тундровой зоны особенно уязвима к техногенному воздействию, поэтому изучение совокупности различных компонентов и условий её природной среды, определяющих её устойчивость к антропогенным нагрузкам, является актуальным.

При проведении экологического мониторинга окружающей среды в пределах нефтегазовых лицензионных участков не учитывается состояние экологической устойчивости ландшафта территории. В отчётах по фоновому состоянию, а так же ежегодному и многолетнему мониторингу приводятся конкретные данные по геохимическому состоянию, естественным экзогенным процессам и т.д. Оценка устойчивости позволит более детально рассмотреть

картину экологического состояния территории и спрогнозировать тенденцию экологического гомеостаза.

Целью настоящей работы является интегральная оценка экологического потенциала Приенисейской территории типично-тундровых ландшафтов Красноярского края в рамках мониторинга окружающей среды.

Для достижения поставленной цели были решены следующие **задачи**:

- выполнен анализ научно-методической изученности проблемы оценки экологического потенциала территории
- проведены полевые работы по обследованию изучаемой территории с отбором проб компонентов окружающей среды
- установлены фоновые показатели загрязнителей окружающей среды, характерные для нефтедобывающих районов конкретной ландшафтной зоны
- изучено современное экологическое состояние окружающей среды района работ
- дана количественная и качественная оценка экологического потенциала.

Объектом исследования являются типично-тундровые ландшафты Приенисейской территории Красноярского края (рис. 1.1.).

Предмет исследования – экологическое равновесие изучаемой территории

Теоретическая и методологическая значимость работы базируется на идеях и трудах Глазовской М.А. Мирошникова А.Е., Прохорова В.Г., Стримжы Т.П., Заиканова В.Г. и Минаковой Т.Б.

Для решения поставленных задач использовались следующие методы: ландшафтно-экологического районирования, картографический, геоинформационный, статистический, пространственного анализа, геоэкологической оценки ландшафтов, системного анализа. При обработке и создании картографических материалов использовался инструментарий ГИС-пакета ArcMap v.10.

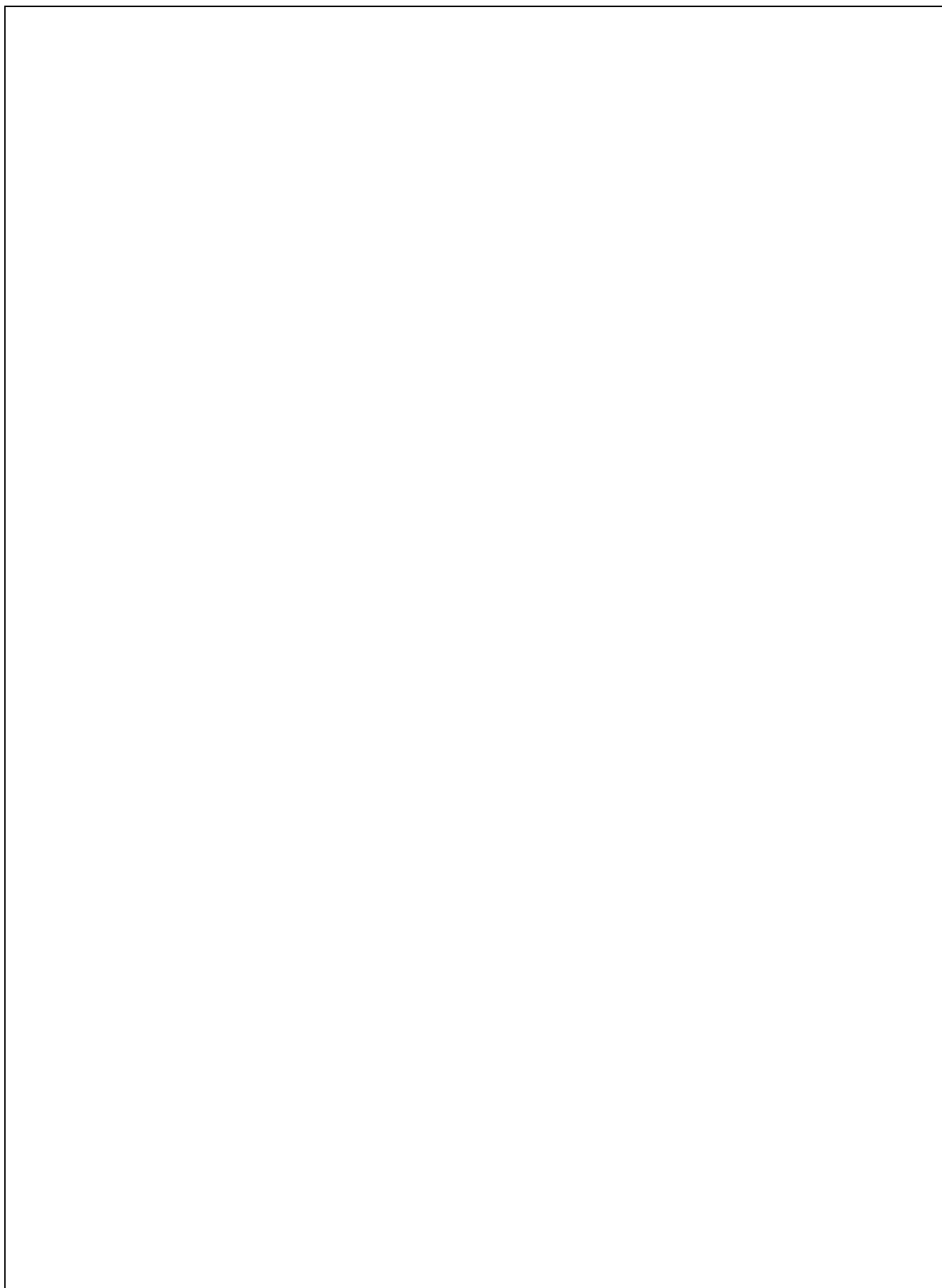


Рис. 1.1. Обзорная карта участков работ

Основными источниками информации послужили фондовые геологические карты, отчёты по результатам мониторинговых исследований. Методической основой для исследования послужила работа Мирошникова А.Е., Стримжы Т.П., Смоляниновой Л.Г., Анциферовой О.В., Кочневой и др. «Оценка территориального экологического равновесия Центральной Сибири».

Основные исследования проводимые автором, выполнялись в качестве сотрудника государственного предприятия Красноярского края «Научно-исследовательский институт геологии и минерального сырья» в рамках экологического мониторинга окружающей среды на нефтегазовых лицензионных участках.

Научная новизна работы и личный вклад автора. Научная новизна данной работы состоит в том, что она представляет собой первое комплексное исследований уровня устойчивости территории Приенисейской тундры. Это исследование охватывает одновременные наблюдения влияния исходного экологического ресурса и техногенного освоения региона. Практическая значимость работы заключается в возможности использования данных по интегральной устойчивости как основы для регулярных мониторинговых наблюдений различными экологическими службами. Рассчитанный региональный геохимический фон почв, донных отложений, растений и поверхностных вод представляет фактическую основу для разработки региональных норм по уровню техногенной нагрузки на определённую ландшафтную среду и может быть использован при составлении экологических паспортов газодобывающих предприятий.

Апробация результатов исследования. Отдельные результаты работ и исследования докладывались автором на Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной Всемирному дню Земли и 60-летию кафедры экономической географии. Красноярск, 2015, а также четырнадцатой межвузовской молодежной научной конференции. Санкт-Петербург, 2014. Содержание и основные результаты исследований изложены в двух статьях рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК.

В результате проделанной работы были выдвинуты следующие защищаемые **положения**:

1. Использование комплексной оценки экологического равновесия позволяет детально рассмотреть причины отрицательного экологического равновесия типичной тундры Приенисейской Сибири
2. Воздействие климатического фактора, доминирующего на территории, стало причиной неблагоприятной геохимической обстановки и формирования неблагоприятных экзодинамических процессов.
3. Геохимическая ассоциация элементов 3-4 класса опасности является показателем устойчивости для поверхностных вод

Структура и объём работы. Работа состоит из введения, трёх глав, заключения, списка литературы. Основной текст изложен на 86 страницах и содержит 6 рисунков, 15 таблиц. Список литературы содержит 68 источников

ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ЭКОСИСТЕМ

Каждой экосистеме присущ определенный порог экологической устойчивости и приспособленность к определённым условиям окружающей среды, в рамках которой она нормально функционирует. Однако антропогенная деятельность зачастую не имеет аналогов в природе, поэтому устойчивость экосистемы к ней носит специфический характер. В связи с этим нарастает необходимость определения устойчивости биогеоценозов ко всему спектру антропогенных воздействий на окружающую среду.

Проблемой устойчивости экосистем занимались многие авторы. И.Ю. Арестова [10] справедливо отмечает, что подходы к определению устойчивости у многих исследователей различаются по ряду параметров.

Во-первых, само понятие устойчивости разными исследователями даётся по-разному: Сочава В.Б. [64] определяет устойчивость, как способность системы восстанавливать прежнее состояние после возмущения. Интересна точка зрения Новосельцева В.Н.[49] выделяемая И.Ю. Арестовой в качестве основной: устойчивость - это способность сохранять некоторые жизненно важные параметры на определённом уровне за счёт гибкости других параметров.

В данной работе в качестве понятия устойчивости принято определение Глазовской М.А., которая предлагает понимать под устойчивостью способность системы к длительному накоплению вредных воздействий без видимого вреда для системы.

Во-вторых, автор [10] выделяет параметр промежутка времени, за который будет определяться устойчивость. Чаще всего за интервал времени оценки принято принимать жизнь одного человеческого поколения.

В-третьих, как и любой экологический параметр, устойчивость может рассматриваться на локальном, региональном и глобальном уровнях. Очевидно, заметить, что чем ниже ранг системы, тем более она не устойчива к воздействию различных негативных факторов. Нарушение отдельных компонентов экосистемы

на локальном уровне, например, проблема деградация почвенного покрова под влиянием работы тяжелой техники, на региональном уровне не будет столь весома. Но существуют проблемы, которые могут перерасти из локальных в региональные и даже в глобальные. Поэтому при выборе площади исследования автор работы руководствовался спецификой изучаемой местности (нефтегазовый район). Изучение одного лицензионного участка, в рамках которого проводится мониторинг окружающей среды, не отразит полноту картины устойчивости ландшафтной зоны, поэтому исследования проводились на пяти участках, однородных по исследуемым компонентам, которые затрагивают более обширную площадь и разнородность ландшафта для исследования. К вышесказанному можно добавить то, что при возрастании уровня оценки растёт и число определяемых параметров окружающей среды, следовательно, выбор регионального (ландшафтного) уровня позволит более детально изучить экологический ресурс местности

В процессе проработки и решении проблемы появились разные мнения о выборе критериев и показателях геоэкологических оценок устойчивости. Мнение автора по данному вопросу сформировалось под влиянием Т.Д. Александровой, А.Г. Исаченко, Н.Ф. Реймерса, В.А. Светлосанова и многих других авторов, которые считают, что определяющим критерием состояния ландшафта является устойчивость его природной составляющей к техногенным нагрузкам [3,38,56,59]. При этом показатели-индикаторы состояния ландшафта в целом или отдельных природных компонентов репрезентативно характеризуют состояние системных механизмов ландшафта, при которых он сохраняет способность выполнять ресурсно-средовоспроизводящие функции.

К вопросу выбора критериев устойчивости нужно подходить с достаточным вниманием и учётом всей многофакторности исследуемой территории. В.А. Барон с соавторами отмечает [11], что в настоящее время динамические аспекты и принципы устойчивости среды к внешним воздействиям слабо разработаны. Это утверждение идёт в разрез с мнением многих учёных, что в основе оценки устойчивости системы лежит в первую очередь оценка геологической среды.

Данную проблему Г.Л. Кофф с соавторами [42] предлагает решить посредством оценки устойчивости технобиосистем через применение коэффициента устойчивости, который будет определяться соотношением удерживающих (обеспечивающих поддержание состояние устойчивого равновесия системы) и деструктивных (стремящихся вывести систему из состояния стабильности) сил. Степень устойчивости территории, по мнению О.В. Слинко и И.И. Сускова [61] можно определить, оценив опасности процессов протекающих в ней, в частности авторами рассматривался процесс подтопления.

Распространённым критерием, используемым в теории и на практике геоэкологического оценивания, являются индикационные показатели, характеризующие свойства систем. Л.П. Рысин [57] считает, что применительно к экосистемам хорошим индикатором является растительность, несмотря на динамичность многих растительных сообществ. Самым чувствительным биоиндикатором служит состояние микробиологического компонента окружающей среды. Но в условиях мониторинга окружающей среды зачастую невозможно провести полноценные исследования микробиологии территории из-за удалённости участков работ и сжатых сроков исследования.

Индикаторами могут выступать такие показатели функционирования экосистем как поверхностный сток, мощность гумусового горизонта, продукция фитомассы и т.д. Н.Ф. Реймерс считает универсальным индикатором качества среды среднюю продолжительность жизни человека и уровень заболеваемости.

Существующее множество индикаторов не может отобразить полноту картины устойчивости среды по отдельным компонентам. В научном мире важной проблемой является необходимость разработки общепринятой системы геоэкологических индикаторов и критериев оценки устойчивости. Выбор критериев будет зависеть не только от конкретных геохимических, геологических, функциональных и прочих условий территории, но и от конечной цели проведения оценки. Мониторинговые исследования не могут акцентироваться на отдельных компонентах экосистемы, поэтому в данной работе

необходимо применить методику, затрагивающую наиболее широкий спектр индикаторов устойчивости экосистем к внешним воздействиям.

На практике бывает трудно выделить отдельный компонент экосистемы, изменения характеристик которого позволяли бы оценить устойчивость всей системы в целом, поскольку приходится рассматривать устойчивость в отношении каждого фактора. Так как в реальных условиях все факторы действуют одновременно, то в каждой конкретной ситуации механизмы устойчивости имеют свои особенности. Кроме того реальные экосистемы обеспечивают свою устойчивость несколькими механизмами. Поэтому наибольший интерес и важность представляет выведение интегральных показателей устойчивости к различным видам природных и техногенных нагрузок, в качестве критериев выделяются качественные и количественные характеристики разных компонентов экосистемы.

Известные исследования по оценке устойчивости территории, использующие интегральные показатели, выполняемые Н.Л. Беручешвили, К.Н. Дьяконовым, А.Г. Исаченко и другими, направлены в основном на качественную оценку геосистем различного ранга, чаще низкого, а работы М.А. Глазовской, Н.И. Базилевича - на количественно-качественную оценку отдельных компонентов геосистемы. К сожалению, понятие интегральной оценки для большинства специалистов не включает одновременную оценку устойчивости экосистем к различным видам антропогенного воздействия, поскольку критерии устойчивости к различным видам воздействия часто в значительной степени исключают друг друга. Однако при непосредственной оценке устойчивости какой-либо территории, проводимой в рамках мониторинга окружающей среды, требуется определить именно общую или интегральную устойчивость экосистем, подразумевающую оценку устойчивости ко всем присутствующим видам антропогенного воздействия.

Согласно В.Д. Василевской [16], интегральная характеристика включает в себя: геохимическую устойчивость – способность к самоочищению от продуктов загрязнения; биологическую устойчивость – оценку восстановительных и

защитных свойств растительности; физическую устойчивость почв и литогенной основы.

Параметры геохимической устойчивости детально разработаны М.А. Глазовской [23,24,22,21] и Н.П. Солнцевой [63]. По М.А. Глазовской геохимическая устойчивость зависит от структуры ландшафтно-геохимической системы, скорости химических превращений и интенсивности выноса химических веществ из экосистем, так называемой проточности. Следовательно, данный вид устойчивости определяется особенностями водного и теплового режима почв, их сорбционными свойствами и биохимической активностью плодородного горизонта, наличием ландшафтно–геохимических барьеров. В связи с этим при непромывном типе водного режима, тяжелом гранулометрическом составе и наличии вечной мерзлоты в условиях тундровой зоны возникает опасность длительного загрязнения почв.

Помимо вышесказанного, в условиях типичной тундры большая роль в аккумуляции загрязняющих веществ принадлежит глеевым геохимическим барьерам, выступающим в качестве своеобразного фильтра для микроэлементов. Кроме того поскольку скорость разложения ограниченных остатков в тундре замедленна, накопление в неразложившемся состоянии ожидает и органически загрязняющие вещества, в особенности нефтепродукты. Таким образом, для тундры в целом характерна пониженная геохимическая устойчивость.

Физическая устойчивость рассматривается в достаточно большом количестве работ, посвященных районам Крайнего Севера [32,33,15]. Подобный вид устойчивости тундровых экосистем заключается в способности поверхности противостоять появлению или активизации криогенных процессов (пучение, морозобойное растрескивание, тепловые просадки грунта, термокарст, солифлюкция) при техногенных воздействиях.

В результате механического воздействия на почвы и растительность на осваиваемых участках происходит нарушение этих природных компонентов, а значит и изменение теплового режима поверхности. Характер растительности определяет интенсивность лучеиспускания почвы, а также является

торфоизолирующим слоем. В связи с различной теплопроводностью растительных остатков при прочих равных условиях многолетняя мерзлота более или менее служит препятствием быстрому оттаиванию и прогреванию тундровых почв, затрудняет фильтрацию, поддерживает их высокую влажность. Мощность деятельного слоя в тундре почти не зависит от экспозиции склона. Иными словами, биологически активный слой почвы является основным фактором стабилизации нежелательных криогенных явлений.

Понятие биологической устойчивости на сегодняшний день разработано недостаточно, несмотря на обширную литературу по этой проблеме. Существуют и разночтения в самом определении биологической устойчивости. С одной стороны устойчивость фитоценозов есть способность к самовосстановлению при отсутствии необратимых структурно-функциональных изменений. С другой стороны под нею подразумевается сохранение валовой биопродуктивности сообществ.

Показатели состояния и устойчивости геосистем несопоставимы по единицам измерения. Поэтому их оценка осуществляется чаще всего в баллах, а интеграция – путём их суммирования. Результат суммирования полученных баллов определяет значение интегрального показателя. Такой способ наиболее приемлем для сопоставления полученной оценки с результатами экологического мониторинга. Другие подходы, как например концепция В.Е. Латоша [43], в основе которой лежат понятия энергетической, токсической и суммарной экологической опасности, требуют от исследования наличия конкретных технологических данных (количество загрязняющих веществ, предельных концентраций, энергетических затрат на производство продукта и т.д.) и сопоставления их с экономическими показателями. Если этих данных нет, оценка других антропогенных нагрузок остаётся неучтённой. Энергетический метод оценки устойчивости, использует теоретические подходы механики, гидромеханики, гидравлики и других наук [15], что требует от исследователя значительных затрат времени и не поможет дать конкретную экологическую характеристику участка работ, основываясь на параметрах устойчивости.

Проблема балльной оценки подробно изучалась в работах сотрудников КНИИГиМС, совокупность которых выразилась в общей оценке территориального экологического равновесия территории Центральной Сибири [47]. Изучение планов освоения и народнохозяйственного развития территории показывает, что зачастую они оцениваются только с природно-ресурсных позиций, с позиций использования природных систем для развития того или иного вида деятельности, а не места обитания, среды для жизни человека. В последнем случае критерием оценки является разная степень комфортности [46]. За основу оценивания предлагается принять пятибалльную шкалу, по которой степень комфортности каждого показателя определяется как очень благоприятная, очень хорошо(+2 балла); благоприятная, хорошо(+1балл); удовлетворительная(+1 балл); неблагоприятная(-1 балл); очень неблагоприятная, очень плохо(-2 балла). Шкалы балльных оценок разрабатывались экспертным путём и по примерам, имеющимся в литературе.

В качестве модельной территории была выбрана южная часть Красноярского края. За элементарную ячейку исследуемой территории принят планшет масштаба 1:200 000. В тоже время комплексные геоэкологические оценки территории планшетов получались суммированием приведённых оценок по системам и подсистемам. Бывали случаи, когда один планшет попадал в разные природные зоны. Кроме того, в структуре учитываемых показателей встречаются качественные характеристики (вид использования земель, отрасль промышленности и т.д.). У некоторых авторов вызывает сомнение сопоставимость балльных оценок природных условий и антропогенных нагрузок. Однако выполненные исследования представляют собой один из первых опытов региональной комплексной экспертной геоэкологической оценки состояния территории.

Учитывая вышесказанное, в условиях мониторинга окружающей среды разумно применить экспертную методику не для конкретного планшета, а для ландшафта с единообразной техногенной нагрузкой. Поэтому в качестве объекта исследования был выбран нефтегазовый район, расположенный в зоне типичной

тундры. В общепринятой классификации геосистем ландшафты занимают ведущее положение. Они являются начальной ступенью геосистем общего регионального уровня, имеют площадь в десятки и сотни квадратных километров и поэтому оптимальны для районирования территории с целью оценки ее устойчивости.

ГЛАВА 2. КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Геоэкологическая оценка состояния экологического потенциала любой территориальной единицы основывается на геосистемном принципе. В его основе лежит комплексный подход к изучению компонентов окружающей среды как упорядоченных систем, выраженных в виде физико-географического и инженерно-геологического районирования. В работе по методической основе геоэкологической оценки территории Заиканова В.Г. и Минаковой Т.Б. утверждается, что необходимость геосистемного подхода диктуется не только свойствами систем, как генетически однородных природных образований с адекватной реакцией на техногенные и природные воздействия, но и индивидуальностью их природного потенциала [37]. Поэтому, основой проведения комплексной геоэкологической оценки исследуемой территории стала методика балльных оценок, полученных экспертным путём [47], которая учитывает как прямые или обратные связи внутри геосистемы, так и экологическую устойчивость отдельно стоящих компонентов ландшафта.

2.2. Методика комплексной оценки экологической устойчивости

Как говорилось ранее, методической основой по установлению экологической устойчивости исследуемой территории стала методика разработанная специалистами КНИИГиМС [47], которая учитывает роль многофакторности окружающей среды в формировании общей устойчивости. В условиях современного развития изучаемой территории возникает необходимость в определении балансовых соотношений между антропогенным воздействием хозяйственной деятельности человека и экологическим потенциалом окружающей среды, обеспечивающим условия места обитания человека как биологического вида. И рынок потребления, и экологическое состояние среды обитания влияют на качество жизни человека, но они находятся между собой в постоянном противоречии. В таких условиях важно соблюсти баланс, при котором производство материальных благ не будет отнимать у человека

основного блага, данного природой – комфортности его места обитания. Для определения балансовых соотношений необходимо выявить и оценить естественный экологический ресурс, представляющий собой совокупность различных компонентов и природных условий среды, формирующих экологический потенциал территории, её устойчивость к антропогенным нагрузкам.

Поскольку воздействие окружающей среды на человека, с одной стороны, и воздействие разнообразной хозяйственной деятельности человека на окружающую среду, с другой стороны, идут одновременно по всем взаимодействующим геосистемам, подсистемам и их компонентам, возникает необходимость комплексной (интегральной) геоэкологической оценки состояния региона. С этой целью создана экспертная система балансовой оценки территориального экологического равновесия (ТЭР) на основе геоэкологических шкал.

Геоэкологические шкалы разработаны экспертным путём, и включают в себя множество как количественных, так и качественных показателей. Разнообразии показателей приводит к необходимости приведения их к единой шкале, что решается с помощью введения условных оценочных единиц – баллов. Баллы отражают степень воздействия оцениваемого параметра окружающей среды на человека при оценке естественного экологического потенциала территории, а также степень воздействия хозяйственной деятельности человека на состояние окружающей среды (и в том числе на человека) при оценке антропогенной нагрузки на территорию.

Рассмотрение территориального экологического равновесия (ТЭР) ландшафта (соотношения экологического потенциала территории и антропогенной нагрузки на нее) дает возможность определить его современное экологическое состояние. Понимание и знание этого состояния необходимо для наиболее рационального и грамотного природопользования при освоении и дальнейшем хозяйственном развитии территории, а так же для формирования оценки территории с точки зрения мониторинга окружающей среды.

Экспертная система (ЭС) предназначена для оперативной комплексной (многофакторной) рекогносцировочной оценки состояния и прогноза ТЭР ландшафта, чтобы в сравнительно короткий срок, хотя бы в первом приближении, охватить экологическую ситуацию в регионе и выявить места критического состояния среды с целью выработки природоохранных направлений и мероприятий.

Для комплексной геоэкологической оценки среды используется разнородная информация по ряду ее ранжированных элементов, которая объединена в общую систему оценок. База знаний системы организована в виде геоэкологических шкал. Шкалы балльных оценок (оценочных баллов) экологического значения элементов окружающей среды (табл.2.1) разработаны экспертным путем по примеру обычных экологических шкал [13,14,41,52,53,58,60,62]. Они основаны на одном из важнейших экологических критериев – благоприятности, комфортности среды для жизнедеятельности человека и общества, ранжированной в равномерной, допускающей расширение, алгебраической пятибалльной системе оценок: (+2) – очень благоприятно, очень хорошо; (+1) – благоприятно, хорошо; (0) – удовлетворительно; (-1) – неблагоприятно, плохо; (-2) – очень неблагоприятно, очень плохо. Процедура экологической оценки элементов окружающей среды производится при помощи решателя. Решатель представлен в виде экологической оценки элементов окружающей среды (табл. 2.2) в соответствии с экологическими шкалами базы знаний. Вся процедура оценивания естественных и природно-антропогенных геосистем проводится последовательно от частного к общему в соответствии с рангами объектов оценки, принятыми в структуре информационного обеспечения. Здесь существенно соблюдение трех правил балльного исчисления: вычисление средневзвешенных частных оценок по принятым элементарным ячейкам площади (за элементарную ячейку в данной работе принят ландшафт); алгебраическое суммирование средневзвешенных частных оценок многоэлементных компонентов подсистем, систем и их блоков; поранговое приведение суммарных оценок к пятибалльной шкале.

Таблица 2.1

Экологические шкалы элементов окружающей человека среды (экспертная оценка геоэкологической информации)[47]

Блок	Система	Подсистема	Компонент (элемент системы)	Признак, показатель, параметр, свойство, характеристика, фактор	Частная оценка (в 5-ти балльной шкале)	
1	2	3	4	5	6	
Естественные геосистемы	Литосфера	Коренные породы	Состав пород	Интрузивные и вулканогенные кислого состава, осадочные глинистые и глинисто-углеродистые (СаО менее 2,5 вес. %)	- 2	
				Осадочные терригенные (СаО от 2,% до 3,0 вес. %)	- 1	
				Интрузивные среднего и ультраосновного состава (СаО от 3,0 до 7,0 вес. %)	0	
				Интрузивные основного и вулканогенные среднего состава (СаО от 7,0 до 16,0 вес.%)	+ 1	
				Вулканогенные основного состава, осадочные карбонатные (СаО более 16 вес. %).	+ 2	
			Метаморфизм	Наличие	-1	
				Отсутствие	+1	
			Покровные отложения	Генезис отложений	Солифлюкционные, эоловые, коллювиально-солифлюкционные	- 2
					Делювиально-солифлюкционные, делювиально-пролювиальные, делювиально-коллювиальные, ледниковые, краевые моренные гряды и холмы, коллювиальные	- 1
					Пролювиальные, озерно-ледниковые, делювиальные, ледниково-пролювиальные	0
		Аллювиально-делювиальные, аллювиально-пролювиальные, озерные, озерно-аллювиальные, флювиогляциальные			+1	
		Аллювиальные, вулканогенные, элювиальные			+2	
		Литологический состав		Глыбы, валуны, глины, торфяники, лед, илы, соли	- 2	
				Галечники и супеси с валунами, щебень и дресва с глыбами и валунами, лессовидные породы	- 1	
				Супеси, суглинки с крупнообломочными примесями без глыб и валунов	0	
				Пески; пески со щебнем, дресвой; щебень с мелкозернистыми примесями; эффузивы и туфы основного состава	+1	
				Галечники, гравий, щебень, дресва	+2	
		Рельеф	Абсолютная высота, м	3000-4000 и выше	- 2	
				1800-3000	- 1	
				1000-1800	0	
400-1000	+1					
Ниже 200-400	+2					

Продолжение табл. 2.1

1	2	3	4	5	6
			Морфологический тип поверхности	Уступы (субвертикальные поверхности)	- 2
				Наклонный, крутой, угол 25° и более	- 1
				Наклонный, средней крутизны, 15°-25°	0
				Наклонный, пологий, угол до 15°	+1
				Горизонтальный, субгоризонтальный, поверхности выравнивания	+2
			Генетический тип поверхности	Тектонический	- 2
				Эрозионный	- 1
				Денудационный, экзарационный, абразионный	0
				Литологический	+1
				Аккумулятивный	+2
		Инженерно-геологические свойства комплексов горных пород	Формации коренной основы	Соленосные (полускальные со связными)	- 2
				Терригенные, молассовые (связные с рыхлыми); соленосные, молассовые (связные)	- 1
				Карбонатные, терригенно-карбонатные, флишевые, молассовые (полускальные со связными); терригенные (рыхлые)	0
				Вулканогенные, вулканогенно-осадочные, флишевые (скальные с полускальными, полускальные); карбонатные, терригенно-карбонатные, молассовые (скальные с полускальными, полускальные, полускальные с рыхлыми)	+1
				Интрузивные, трапповые, вулканогенные, вулканогенно-осадочные, метаморфические, карбонатные, терригенно-карбонатные, терригенные, флишевые, молассовые	+2
			Поверхностные отложения (талые породы вне ледниковые)	Торф, глины с вторичными льдистыми связями	- 2
				Глины, суглинки, супеси; пески; глины и суглинки с галькой и щебнем; лесс и лессовидные суглинки	- 1
				Рыхлые пески	0
				Пески со щебнем и глыбами, с валунами и галькой	+1
				Крупнообломочные неокатанные и окатанные	+2
		Почвенный покров	Типы почв	Солонцы, солончаки, боровые супеси и пески, щебнистые, гольцовые, горные арктические и др.	- 2
				Каштановые и бурые, лугово-болотные, торфяные	- 1
				Подзолистые, горно-луговые, горно-таежные, лесные буроземы и др.	0
				Серые лесные, луговые	+1
				Черноземы, аллювиально-луговые	+2
		Современные экзодинамические процессы	Зона проявления процесса	Зона достаточного увлажнения в многолетней мерзлоте	- 2
				Зона недостаточного увлажнения в многолетней мерзлоте	- 1
Зона незначительного увлажнения вне многолетней мерзлоты и в многолетней мерзлоте	0				
Зона недостаточного увлажнения вне многолетней мерзлоты	+1				
Зона достаточного увлажнения вне многолетней мерзлоты	+2				

Продолжение табл. 2.1

1	2	3	4	5	6
			Процесс или его результат	Выщелачивание, заболачивание, карст, оползни, эрозия, лессообразование, суффозия, осыпи, обвалы, развалы, сели, абразия, снежные лавины, пучение, термокарст, наледи, солифлюкция, курумы, оседание склонов, просадки, поды, перевевание, развевание, выдувание, соры, такыры, засоление (в зоне аэрации)	-1
		Геохимические показатели среды	Естественные биогеохимические провинции (ЕБГП)	ЕБГП с показателем экологической опасности (ПЭО) почв элементами-токсикантами, нормированным по кларку, более 32; асбестовые и селеновые ЕБГП	-2
				ЕБГП с ПЭО 16-32	-1
				ЕБГП с ПЭО 8-16	0
				ЕБГП с ПЭО 1-8, отсутствие опасных ЕБГП	+1
				Территории с Ксо до 1	+2
			Потенциально опасные территории	А) геохимические барьеры: Сорбционный (торфяники, глинистая фракция пресных озер и аллювий рек, гумус (черноземы), пласты углей, лессовидные суглинисто-супесчаные почвы);	-1
				Испарительный (солонцеватые и солончаковые почвы, глинистая фракция соленых озер)	-1
				Отсутствие барьеров	0
				Б) метеофакторы, способствующие образованию техногенных аномалий:	
				минимальная средняя скорость ветра – 1,6-1,9 м/сек	-1
		минимальное число дней в году с ветром - 155-255		-1	
		максимальное число случаев со штилем - 35-57 %		-1	
		максимальное число дней в году с туманами 47 и более		-1	
		Отсутствие таких метеофакторов	0		
		Геохимическая устойчивость природных ландшафтов	Годовая доза суммарной ультрафиолетовой радиации, Вт.ч/м2: 1-240	-2	
			240-380	-1	
			380-520	0	
			520-660	+1	
			660-800	+2	
			Число дней в году с туманом:	-2	
			162-128	-1	
			128-96	0	
			96-64	+1	
			64-32	+2	
			32-0	-2	
			Число дней в году с грозой:	-2	
			0-7	-1	
			7-14	0	
		14-21	+1		
		21-28	+2		

Продолжение табл. 2.1

1	2	3	4	5	6
				28-35	+2
				Число случаев в году штилей, %	-2
				Более 50	-1
				Менее 50	+1
				Среднегодовая скорость ветра, м/сек:	
				1,0-2,6	+2
				2,6-4,2	-2
				Опадо-подстилочный коэффициент природных зон (по М.А.Глазовской,1981)	
				100 – кустарниковые тундры	-1
				20, 17, 15 – предтундровые и березовые редколесья; ельники северной тайги; ельники средней тайги (зона влажных лесов)	0
				10 – ельники южной тайги (лесостепная зона)	+1
				4 – дубравы (лесостепная зона)	+2
				1,5; 1,0 – степи, пустыни (степная зона)	-2
				Коэффициент увлажнения Иванова, Ку:	
				0,31-0,95	-1
				0,95-1,58	0
				1,58-2,22	+1
				2,22-2,85	+2
				2,85-3,49	
				Ландшафтно-геохимические зоны:	
				Сухая кислая	-1
				Влажная кислая	+1
				Сухая щелочная	+2
				Влажная щелочная	-2
				Почвенно-геохимические барьеры:	
				Малоемки	0
				Умеренноемки	+2
				Высокоемки	
	Гидросфера	Подземные (грунтовые и напорные воды)	Общие водные ресурсы (средне- и олетние данные)	Модуль подземного стока, л/с с км ² :	-2
				менее 0,5	-1
				0,5 – 2,0	0
				2,0 – 3,5	+1
				3,5 – 5,0	+2
				более 5,0	

Продолжение табл. 2.1

1	2	3	4	5	6
				Величина подземного стока, % от общего речного стока (коэффициент подземного питания рек):	
				менее 10	-2
				10 - 18	-1
				18 - 26	0
				26 – 34	+1
				34-42	+2
				Коэффициент подземного стока (процент от осадков):	
				менее 3	-2
				3-12	-1
				12-21	0
				21-30	+1
				Более 30	+2
				Количество атмосферных осадков, мм:	
				180 – 452	-2
				452 – 724	-1
				724 – 996	0
				996 – 1268	+1
				1268 - 1540	+2
				Норма (модуль) годового стока в зависимости от средней высоты водосбора, л/с*км ² :	
				0,1 – 2,0	-2
				2,0 – 5,0	-1
				5,0 – 10,0	0
				10,0 – 15,0	+1
				15,0 и более	+2
				Годовое испарение, мм:	
				более 450	-2
				450 – 350	-1
				350 – 250	0
				250 – 150	+1
				Менее 150	+2
			Физико-геологические (геокриологические) условия	Мерзлота и ее виды:	
				многолетнемерзлые породы	-2
				островная многолетняя мерзлота	-1
				отсутствие многолетнемерзлых пород	0

Продолжение табл. 2.1

1	2	3	4	5	6	
			Грунтовые (безнапорные) воды	Состав: сульфатные натриевые	-2	
				хлоридные натриевые, гидрокарбонатно-хлоридные, хлоридно-карбонатные различные по катионам, гидрокарбонатно-сульфатные и сульфатно-гидрокарбонатные кальциевые, реже натриевые, пестрые по катионному составу	-1	
				гидрокарбонатно-хлоридные и хлоридно-гидро-карбонатные натриевые, реже магниевые либо кальциевые, гидрокарбонатные и кремнисто-гидрокарбонатные различного катионного состава, с повышенным содержанием железа и органического вещества	0	
				гидрокарбонатные различного катионного состава	+1	
				гидрокарбонатно-кальциевые, реже магниевые	+2	
				Минерализация, г/л: 35,0 – 10,0 и более	-2	
				10,0 – 1,0	-1	
				1,0 – 0,5	0	
				0,5 – 0,05	+1	
				Менее 0,05	+2	
				Граница залегания подошвы зоны подземных вод, м: более 1400	-2	
				1400 – 950	-1	
				950 – 550	0	
				550 -150	+1	
				Менее 150	+2	
				Режим и условия формирования режима грунтовых вод	Режим грунтовых вод: - скудное питание	0
					- умеренное	+1
			- обильное		+2	
			Условия формирования: - кратковременное, преимущественно летнее питание, наличие многолетнемерзлых пород с оттаивающим летом деятельным слоем		-1	
			- сезонное, преимущественно весеннее и осеннее питание, отсутствие мерзлоты, наличие устойчивого зимнего промерзания верхней части зоны аэрации		+1	
			- круглогодичное, преимущественно зимнее питание, отсутствие устойчивого промерзания зоны аэрации в холодный (зимний) период		+2	

1	2	3	4	5	6
			Напорные воды	Состав:	
				- сульфатные кальциевые	-2
				- хлоридные натриевые	-1
				- гидрокарбонатно-хлоридные и хлоридно-гидрокарбонатные, различные по катионам, реже хлоридные натриевые	0
				- гидрокарбонатные натриевые	+1
				- гидрокарбонатные кальциевые, реже магниевые	+2
				Минерализация, г/л:	
				70 – 35	-2
				35 –10	-1
				10 – 3	0
				3 – 1	+1
				Менее 1	+2
				Мощность перекрывающего осадочного чехла, км:	
				менее 1,0	-2
				1,0 – 2,5	-1
				2,5 – 4,0	0
				4,0 –5,5	+1
				Более 5,5	+2
				Ориентировочная глубина залегания 1-го от поверхности земли напорного комплекса, м:	
				Отсутствие регионально развитых вод	-2
			500-380	-1	
			380 – 260	0	
			260 – 140	+1	
			140 - 20	+2	
			Гидродинамическая структура	Характер водопроницаемости верхнего и нижнего гидродинамических этажей:	
				- водопроницаемость изменяется по площади и в разрезе	-2
				выдержана по площади, изменяется в разрезе поэтажно в пределах мерзлой зоны	-1
				выдержана по площади и в разрезе	0
				выдержана по площади, изменяется в разрезе постепенно	+1
				выдержана в разрезе, изменяется по площади локально	+2
				Значение водопроницаемости верхнего этажа, м ² /сут:	
				менее 1	-2
				1 – 10	-1
				10 – 100	0
			100 – 1000	+1	
			1000 и более	+2	

Продолжение табл. 2.1

1	2	3	4	5	6		
				Значение водопроницаемости нижнего этажа, м ² /сут:	-1		
				до 1			
				1 – 10	0		
			10 - 100	+1			
			Геохимическая обстановка подземных вод	Типы геохимических обстановок гипергенных процессов в подземной гидросфере: - сероводородно-углекислые воды умеренно и резко восстановительных обстановок	-2	азотно-сероводородные (сульфидные) воды умеренно восстановительной геохимической обстановки	1
						- азотные воды окислительно-восстановительной обстановки	0
						азотно-кислородные воды окислительной геохимической обстановки	+1
						Модуль эксплуатационных ресурсов, л/с/км ² :	-2
			Эксплуатационные ресурсы подземных вод	менее 0,1			
				0,1-1,0			-1
				1,0-2,0			0
				2,0-10			+1
				более 10			+2
				Величина преобладающего дебита родников, л/с с отдельными участками водообильности			-1
				менее 1			0
		1-10				+1	
		более 10			+2		
		Поверхностные воды	Норма (модуль) годового стока в зависимости и от средней высоты водосбора, л/с.км ²		0,1-2,0	-2	
					2,1-5,0	-1	
					5,1-10,0	0	
					10,1-20,0	+1	
					Более 20	+2	
		Атмосфера	Метеорологические показатели	Количество атмосферных осадков, мм	180-452	-2	
452-724	-1						
724 – 996	0						
996 – 1268	+1						
1268- 1540	+2						

Продолжение табл. 2.1

1	2	3	4	5	6
			Температура воздуха, о С	От - 5,0 до - 3,5	-2
				От - 3,5 до - 1,8	-1
				От - 1,8 до - 0,1	0
				От - 0,1 до + 1,6	+1
				От + 1,6 до + 3,3	+2
			Температура почвы, о С	От - 5 до - 3	-2
				От - 3 до - 1	-1
				От - 1 до + 1	0
				От + 1 до + 3	+1
				От + 3 до + 5	+2
			Относительная влажность воздуха, %	83 - 79	-2
				79 - 75	-1
				75 - 71	0
				71 - 67	+1
				67 - 63	+2
			Ветер	а) скорость ветра по 8 румбам, м/с: 1,5 - 2,6	+1
				2,6 - 3,7	+2
				б) штиль, число случаев в %: более 50	-2
				менее 50	-1
				в) ветер: наличие сильных ветров со скоростью 15 м/с и 25 м/с и более	-2
				наличие сильных ветров со скоростью 15 м/с	-1
				отсутствие сильных ветров	0
			Число дней в году с ветром	30 - 95	-2
				95 - 160	-1
				160 - 225	0
				225 - 290	+1
				290 - 355	+2
Число дней в году с туманом	128 - 162	-2			
	96 - 128	-1			
	64 - 96	0			
	32 - 64	+1			
	0 - 32	+2			

1	2	3	4	5	6	
			Число дней в году с грозой	0-7	-2	
				7-14	-1	
				14-21	0	
				21-28	+1	
				28-35	+2	
			Лесной покров			Наличие
			Отсутствие	-1		
Техногеосистемы	Техносфера	Региональные геологосъемочные и геофизические работы	Геологосъемочные работы	Масштаба 1:50 000	-1	
			Наземные площадные и профильные работы	Сейсморазведка (кроме МОГТ)	-2	
				Магниторазведка	-1	
				Электроразведка	-1	
		Гравиразведка		-1		
		Полезные ископаемые (горнорудная паромышленность)	Вид полезного ископаемого	Горючие: уголь бурый, каменный, нефть; металлические*: Bi, As, Y, Ti, Ta, Nb, Be, Hg, Zn, Pb; неметаллические: хризотил-асбест, антофиллит-асбест, голубой асбест	-2**	
				Горючие: газ; металлические: Sn, Sb, Mo, Co, Cu, Cr, Ni; неметаллические: асфальт, битум, мусковит, флогопит	-1	
				Металлические: V, W, Ti, Mn, Ba, Sr, Mg; неметаллические: кальцит и флюорит оптические, барит, алунит, пегматиты и граниты керамические, тальк, каолин, графит, гипс, фосфориты, точильный камень, соли (поваренная соль-галит) магнезит	0	
				Металлические: Al, Au, Fe, Pt, Ag; неметаллические: строительные материалы	+1	
				Минеральные воды и лечебные грязи	+2	
				Примечания: *- металлические полезные ископаемые разделены на группы в соответствии с классификацией элементов по токсичности [39]; - оценка единичного объекта.		
		Размеры месторождений	Крупные			-2
			Средние			-1
			Мелкие			0
		Промышленная освоенность	Разрабатываемые			-2
			Законсервированные, опытно-эксплуатационное извлечение			-1
			Отработанные			0
Способ извлечения	Карьерный, бурение скважин на нефть			-2		
	Шахтный, дражный			-1		
	Бурение скважин			0		

1	2	3	4	5	6		
		Использован ие земель	Виды	Пашня, лесные эксплуатируемые, нарушенные земли, вырубки, пожары, одиночные и групповые скважины на нефть	-2		
				Естественные кормовые угодья, луговые, степные равнинные и плоскогорные, зеленые зоны вокруг населенных пунктов	-1		
				Луговые горные, степные горные, лесные резервные, орехо-промысловые зоны	0		
				Полупустынные, леса на землепользованиях сельскохозяйственных предприятий, защитные сельскохозяйственных угодий, леса не вовлеченные в хозяйственную деятельность	+1		
				Высокогорные степные, субальпийские луговые, тундры; защитные крутых горных склонов и водоразделов; болота; горные долины, мари; скалы, каменистые россыпи, ледники; заповедники и национальные парки	+2		
		Промышлен ность	Отрасли	Металлургическая, химическая, лесохимическая, гидроэнергетика (ГЭС и водохранилища), теплоэнергетика (ГРЭС и ТЭЦ), лесодобывающая, гелиевый завод – сильное воздействие	-2		
				Машиностроение и металлообработка – значительное воздействие, перерабатывающее предприятие “Ногинский рудник”, газотурбинная теплоэлектростанция (ГТУ-ГЭС), малый нефте- (газо-) перерабатывающий завод (МНПЗ)	-1		
				Легкая, пищевая, деревообрабатывающая, производство строительных материалов, предприятие по переработке металлоносных рассолов – незначительное воздействие, отсутствие промышленности	0		
		Плотность населения*	Количество человек на 1 км ²	Более 25 – сильное воздействие	-2		
				От 10 до 25 – значительное воздействие	-1		
				Менее 10 – слабое, незначительное воздействие	0		
		Примечание: * Оценка планшетов с районными центрами и городами понижается на 1 балл					
		Техногенны е биогеохими ческие провинции (ТБГП)	Суммарный показателю загрязнения (Zc) снегового и почвенного покрова элементами- токсикантами;	ТБГП с суммарным показателем загрязнения Zc более 128, уровень загрязнения высокий, очень высокий чрезвычайно опасный	-2		
				ТБГП с Zc 64-128, уровень загрязнения средний умеренно опасный	-1		
				ТБГП с Zc 1-64, уровень загрязнения низкий неопасный	0		
				ТБГП с Zc 1, уровень загрязнения фоновый; отсутствие ТБГП	+1		
				ТБГП с Zc менее 1, уровень загрязнения ниже фонового	+2		
Транспорт (железные, шоссейные и грунтовые дороги), нефтепрово д, газопровод	Плотность дорог, нефтепроводов, газопроводов, км/км ²	0,11 и более	-2				
		От 0,01 до 0,11	-1				
		Отсутствие дорог, нефтепроводов, газопроводов	0				

Многоступенчатая процедура оценивания от частного к общему, в соответствии со шкалами экспертных оценок, обеспечивает приведение разнородных натуральных качественных и количественных показателей и характеристик элементов среды к однородным сопоставимым условным единицам – баллам, которые можно подвергать математической обработке для получения итоговой балльной оценки по совокупности частных признаков.

Таблица 2.2

Процедура (алгоритм) экологической оценки элементов окружающей среды

Виды оценок	Объект оценки, что оценивалось	Как оценивалось
Балльная оценка (n)	Частный, отдельный, единичный признак в 5-балльной шкале (от -2 до +2)	Экспертно, эвристически, коллегиально
Средневзвешенная оценка	Признак на площади участка работ	$\Delta S \cdot n$, где ΔS – доля площади распространения признака на участке работ; n – балльная оценка
Суммарная оценка	Подсистема, система по площади планшета	Совпадает со средневзвешенной оценкой; Алгебраическое суммирование средневзвешенных оценок: в подсистеме, в системе
Приведенная оценка	Суммарная оценка подсистемы, системы, приведенная к 5-балльной шкале	Установлением градации суммарной оценки в шкале приведения
Комплексная геоэкологическая оценка территориального равновесия	Экологический потенциал, антропогенная нагрузка, их баланс	Алгебраическое суммирование приведенных оценок систем, блоков

Средневзвешенная оценка в данном случае будет равняться балльной оценке, так как само понятие ландшафта предполагает территорию, имеющую общие признаки, распространённые по всей его площади. С другой стороны, выявление подландшафтов, имеющих разные признаки, которые в свою очередь формируют отличную от друг друга экологическую устойчивость, является следующей частью научной работы, которая в совокупности с проведёнными исследованиями сформирует диссертационную работу

Комплексная геоэкологическая оценка современного состояния территориального экологического равновесия исследованного региона

осуществлялась на базе сбора многочисленных разносторонних и разной детальности данных о геологической среде и контактирующих с ней природных компонентах, а также антропогенных нагрузках на нее. Эти данные брались с имеющихся фондовых карт, отчётов по мониторингу окружающей среды [6,7, 8,9?48], специальной литературы [66], данных предоставленных недропользователями и специальными службами (Росгидромет, МЧС РФ).

2.3. Методика проведения полевых исследований

Методическая основа полевых исследований строилась на основе проведенных работ по установлению фонового состояния окружающей среды на Песчаном, Иркинском, Муксунихском и Приозёрном лицензионных участках, а так же Байкаловском месторождении.

Комплексный экологический мониторинг включает три направления деятельности: наблюдения за факторами воздействия и состоянием среды; оценку фактического состояния среды; прогноз изменения состояния окружающей природной среды.

Объекты мониторинга окружающей среды на лицензионных участках: почва, донные отложения, поверхностные воды, приземная атмосфера.

Основу мониторинга выше перечисленных компонентов природной среды составляют физико-химические методы, которые разработаны достаточно детально и изложены в соответствующей методической литературе. Кратко методика проведения мониторинговых работ исследуемых компонентов окружающей среды изложена в данном разделе.

Проведение геологоразведочных работ неизбежно повлияет на состояние природной среды. По силе воздействия на окружающую среду техногенные объекты, сопутствующие стадии геологоразведочных работ, подразделяются на линейные (трассы сейсмопрофилей, линии электропередач, трассы перетаскивания буровых установок, автодороги) и площадные (буровые площадки, базы производственного обслуживания, свалки, места захоронения отходов).

Каждая из стадий освоения нефтегазоносных территорий отличается видами, интенсивностью воздействия и степенью трансформации природной обстановки. Для стадии геологоразведочных работ в большей степени характерны механические изменения, нарушение сплошности почвенно-растительного покрова, вследствие чего происходит изменение теплового и гидрологического режимов.

Химическое загрязнение происходит в основном в результате аварийных ситуаций при бурении скважин или несоблюдении норм и правил по охране окружающей среды при хранении химреагентов, ГСМ, шлама.

На этапе разведки месторождения основными источниками поступления загрязняющих веществ являются площадки буровых скважин. Основное негативное воздействие на окружающую среду, происходит в период строительства скважин. Источники и виды воздействия на окружающую природу показаны в таблице 2.3.

При рассмотрении и анализе результатов важно выделить изменение состояния среды, реакцию биоты на эти изменения, происходящие вследствие техногенного воздействия. Для этого важно знать и учитывать первоначальное состояние среды, т.е. состояние до существенного вмешательства человека (результаты фоновый мониторинга).

Объем выполненных в 2013 и 2014 годах работ приводится в таблице 2.4. На схеме фактического материала отражены пункты наблюдений, обследованные промплощадки скважин и другие объекты (рис. 2.1-2.5).

Таблица 2.3

Источники и виды воздействия на окружающую среду

№ п/п	Виды работ	Основные источники воздействия	Преобладающее воздействие	Объект воздействия
1	Подготовительные работы: планировка буровой площадки, транспортировка и складирование оборудования, сооружение хранилищ для производственных и бытовых отходов, проведение монтажных работ и строительство складов для сохранения химреагентов и ГСМ, обустройство поселка	Транспорт, выхлопные газы, перемещаемый грунт, материалы для строительных работ и для приготовления буровых и тампонажных растворов.	Физическое нарушение почвенно-растительного покрова, природных ландшафтов зоны аэрации, нарушение температурного режима, деградация верхних горизонтов почвы.	Почвенно-растительный покров территории, отведенный под строительство скважин (площадки для монтажа бурового оборудования, трассы линейных сооружений). Растительный и животный мир, атмосферный воздух, почвы, грунты, поверхностные воды, природные ландшафты.
2	Бурение скважин	Блок приготовления буровых растворов, устье скважины, циркуляционная система сбора отходов бурения, амбары, емкости ГСМ, ДВС, котельные; химические вещества, используемые для приготовления буровых и тампонажных растворов, отходы бурения (шлам, сточные воды), хозяйственно-бытовые сточные воды, твердые бытовые отходы, загрязненные снеговые и ливневые воды, шум при работе агрегатов.	Химическое, шумовое воздействие.	Атмосферный воздух, почвы, грунты, природные воды. Загрязнение верхних водоносных горизонтов углеводородами и глубокими водами повышенной минерализации. Изменение температурного режима многолетнемерзлых пород.
3	Испытание скважине	Перфорация обсадной колонны. Гидравлический разрыв. Окисление, кислотный разрыв. Сжигание нефти и газа, получаемых в процессе испытания продуктивных пластов.	Геодинамическое, химическое воздействие.	Возникновение или активизация опасных геодинамических процессов. Межпластовые перетоки по затрубному пространству и нарушенным обсадным колоннам. Загрязнение верхних водоносных горизонтов
4	Ликвидация и консервация скважин. Рекультивация промплощадки	Негерметичность колонн, фонтанной арматуры, прорыв пластовой воды, газа, нефти. Закачка жидких отработанных материалов в глубокие скважины. Жидкие и твердые производственные и бытовые отходы. Загрязненные грунты.	Химическое воздействие	Загрязнение водоносных горизонтов углеводородами и пластовыми водами по некачественно сооруженным или ликвидированным глубоким скважинам. Загрязнение территории промплощадки отходами и загрязненными грунтами в процессе выравнивания поверхности промплощадки.

Виды и объемы работ, выполненные на исследуемом участке

№ п/п	Наименование работ	Единицы измерения	Объем работ
1	Полевые работы		
1.1	Мониторинг гидросферы		
1.1.1	Отбор проб поверхностных вод	проба	40
1.1.2	Отбор проб донных осадков	проба	40
1.2	Мониторинг почв и грунтов		
1.2.1	Отбор проб почв на фоновых участках	проба	56
1.2.2	Отбор проб почв на площадках скважин	проба	15
1.2.3	Маршрутное обследование участка геофизического профиля	10 км	4
1.3	Мониторинг атмосферного воздуха		
1.3.1	Отбор проб воздуха	проба	4
1.4	Мониторинг радиационной обстановки		
1.4.1	Радиометрические работы на промплощадках действующих и проектируемых скважин	проба	15
1.5	Мониторинг биосферы		
1.5.1	Геоботанические описания растительного покрова в окрестностях геофизического профиля	1 площадка	4
1.5.2	Отбор проб растительности	проба	60
2	Лабораторно-аналитические работы		
2.1	Анализ проб поверхностных вод		
2.1.1	Гидрокарбонаты, хлориды, сульфаты, нитраты, нитриты, кальций, магний, натрий, калий, жесткость, цветность	проба	40
2.1.2	АПАВ	проба	40
2.1.3	Железо, медь, свинец, цинк, ванадий, кобальт, никель, хром, мышьяк, кадмий, алюминий, марганец	проба	40
2.1.4	Нефтепродукты	проба	40
2.2	Пробоподготовка почв и донных осадков	проба	111
2.3	КХА почв, грунтов и донных осадков рН, Cl, SO ₄ , нефтепродукты, валовые формы (цинк, медь, никель, железо, хром, свинец, мышьяк, ртуть, кадмий, алюминий, марганец, ванадий)	проба	111
2.4	Анализ проб растительности определяется зольность, спектральный анализ на 30 элементов	проба	60
2.5	Анализ газов приземной атмосферы: геохимический состав газа	проба	4

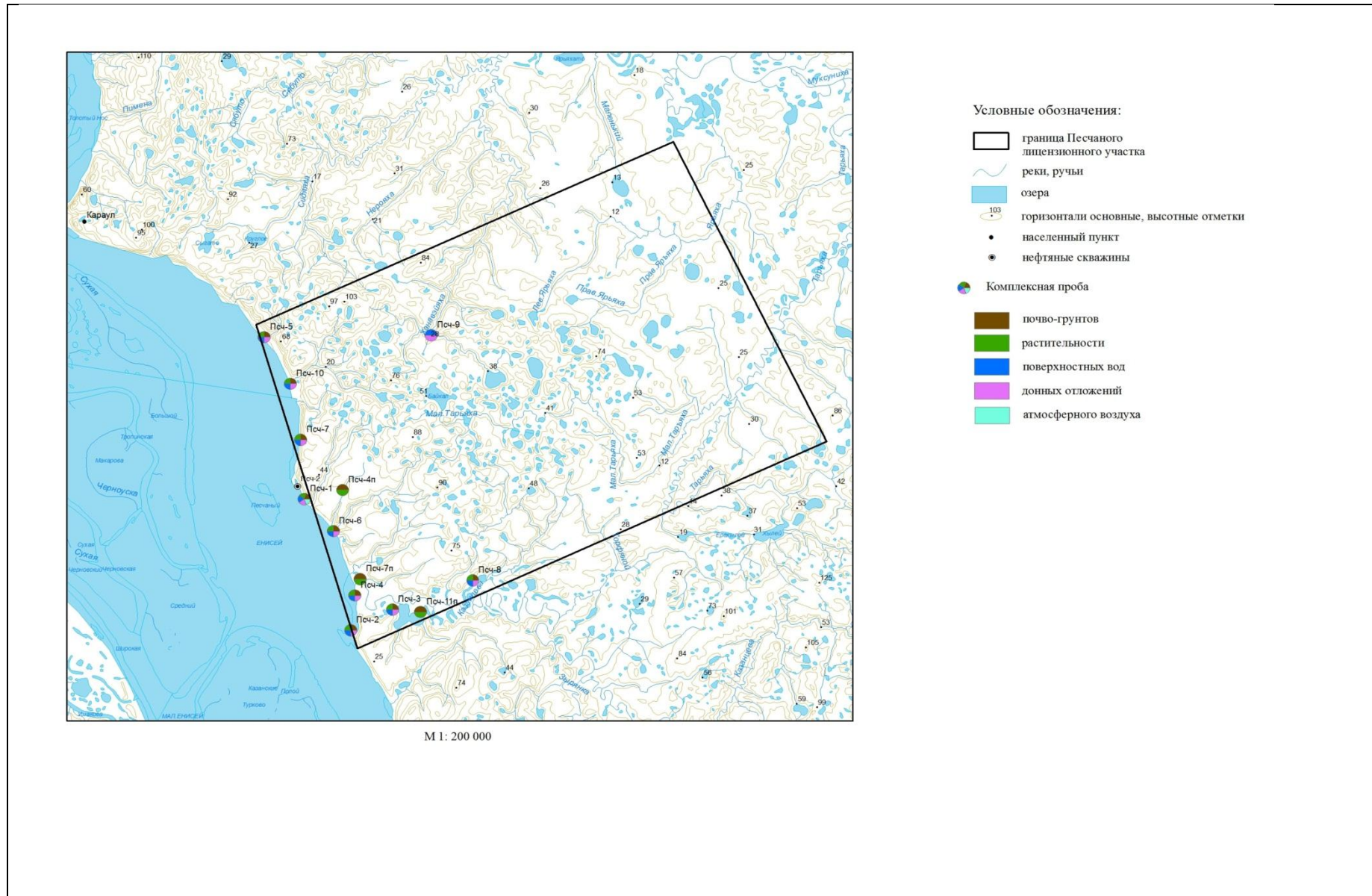


Рис. 2.1. Схема фактического материала на Песчаном лицензионном участке

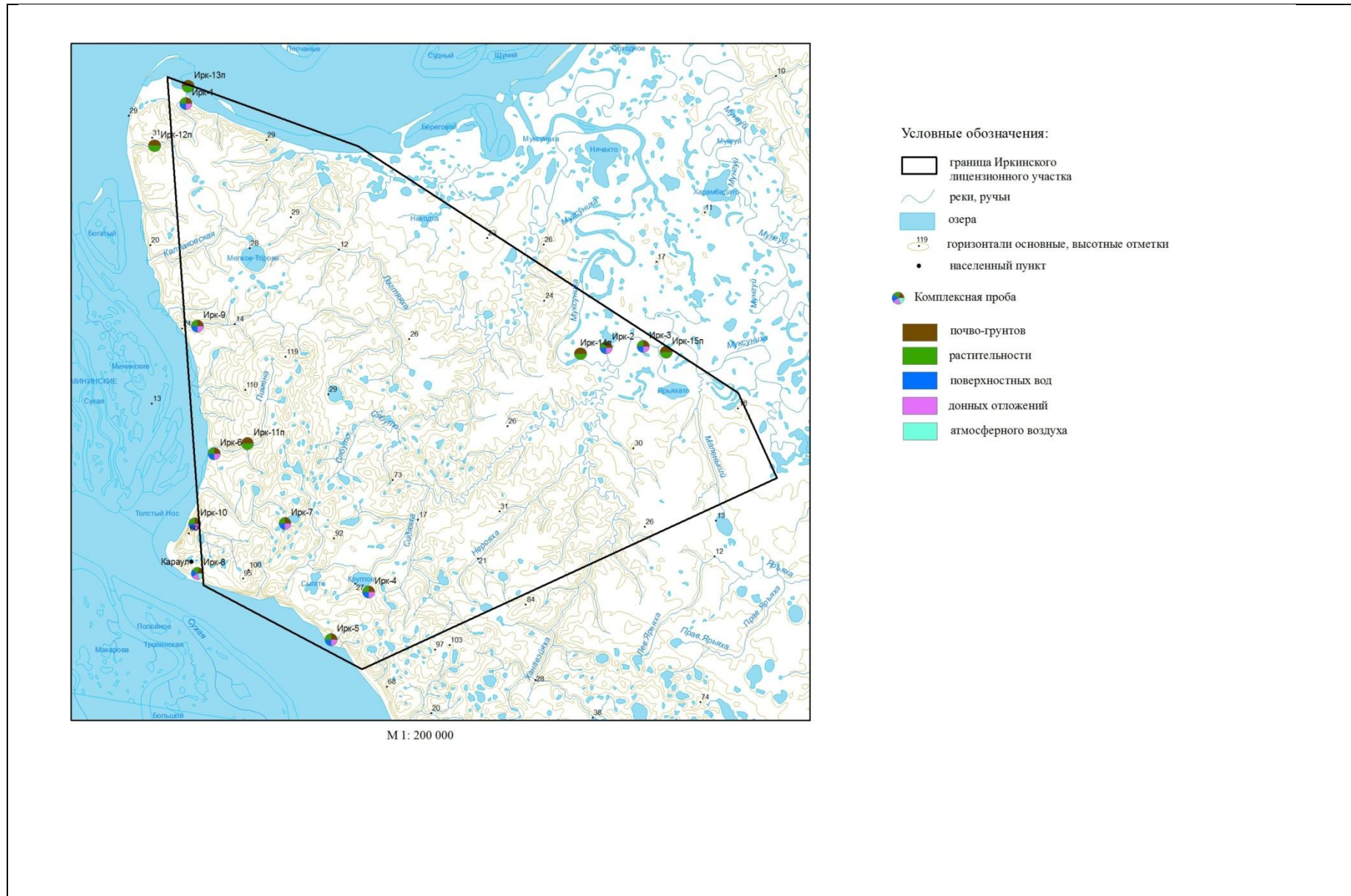


Рис. 2.2. Схема фактического материала на Иркутском лицензионном участке

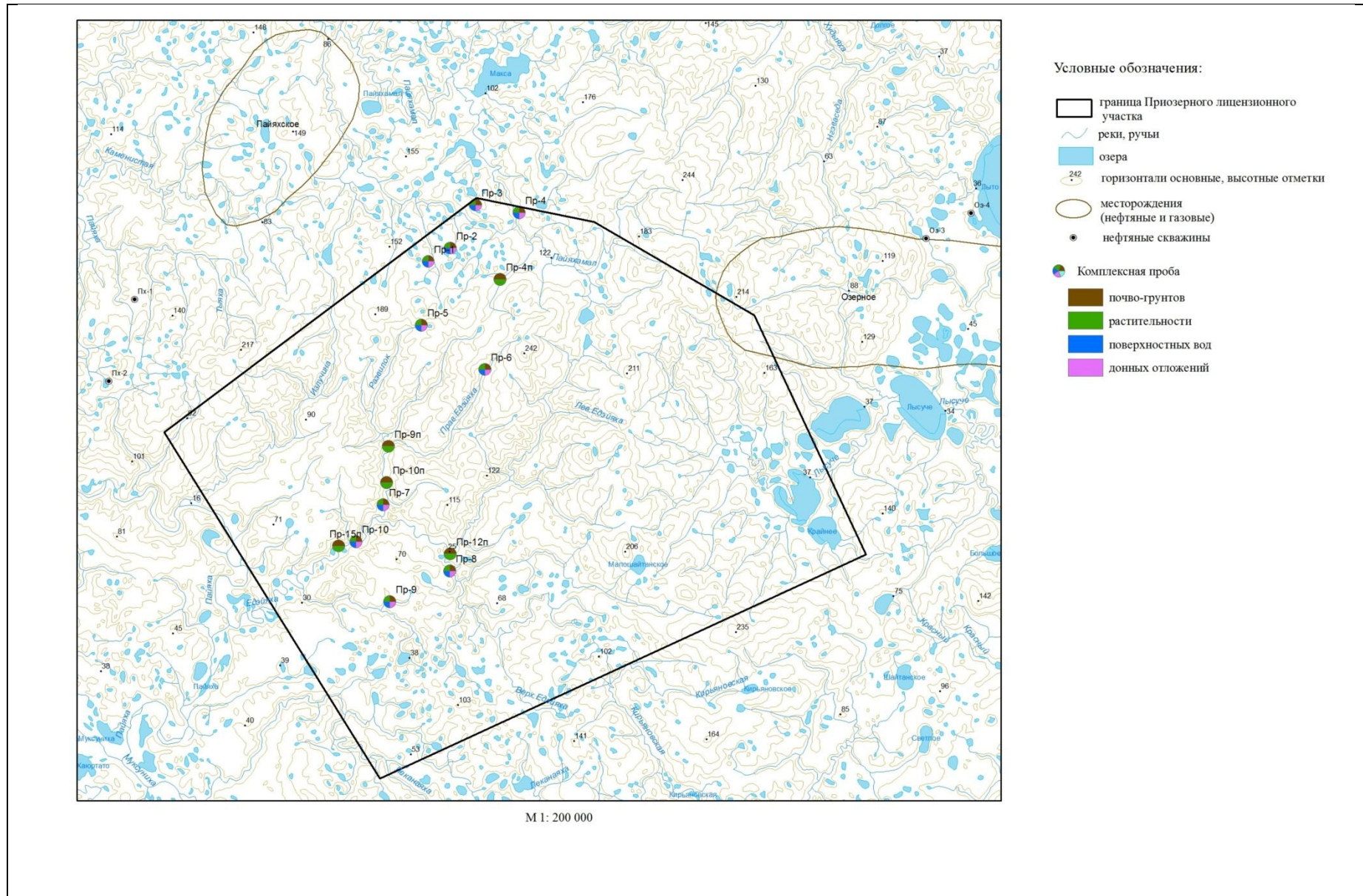


Рис. 2.3. Схема фактического материала на Приозёрном лицензионном участке

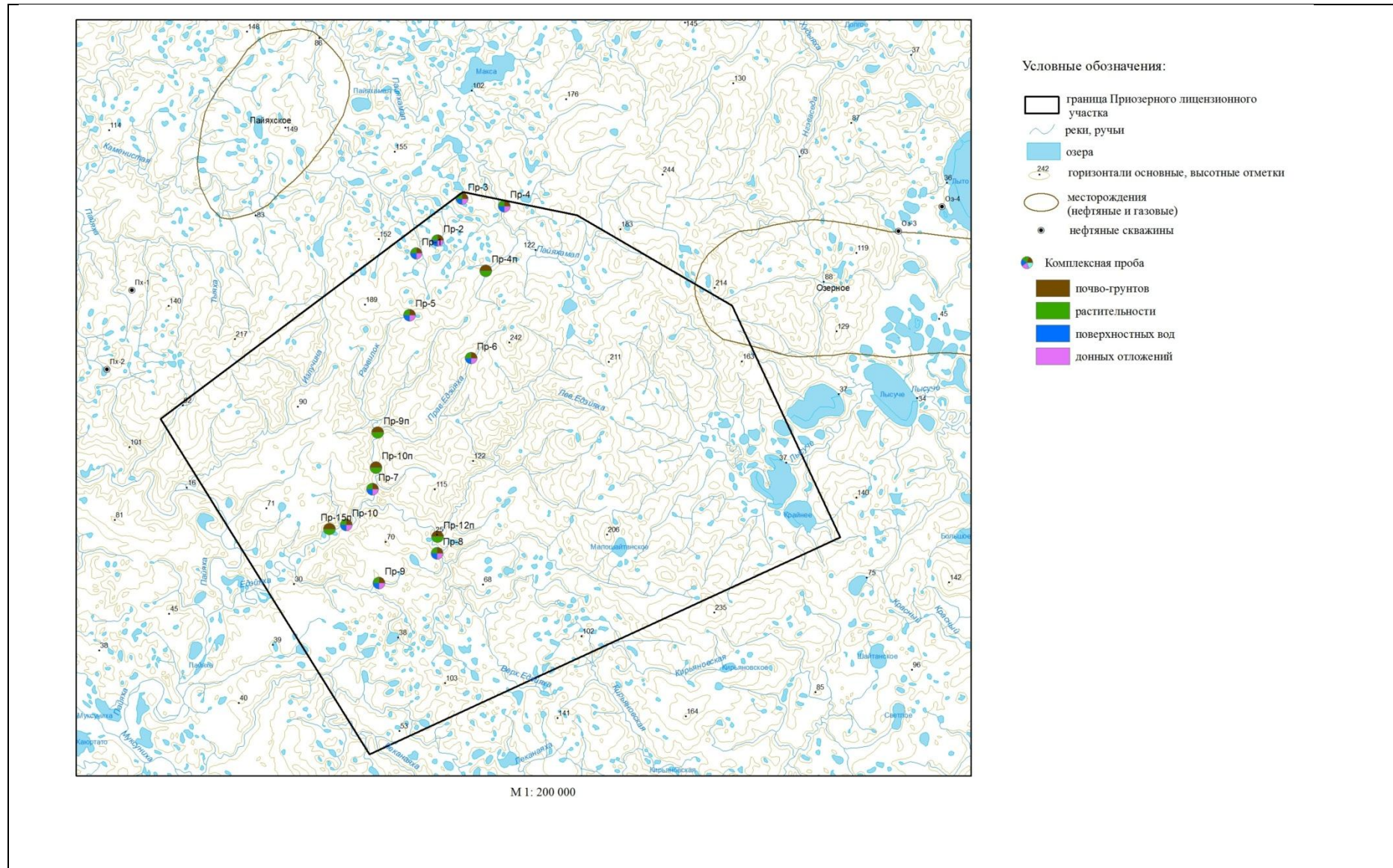


Рис. 2.4. Схема фактического материала на Муксунихском лицензионном участке

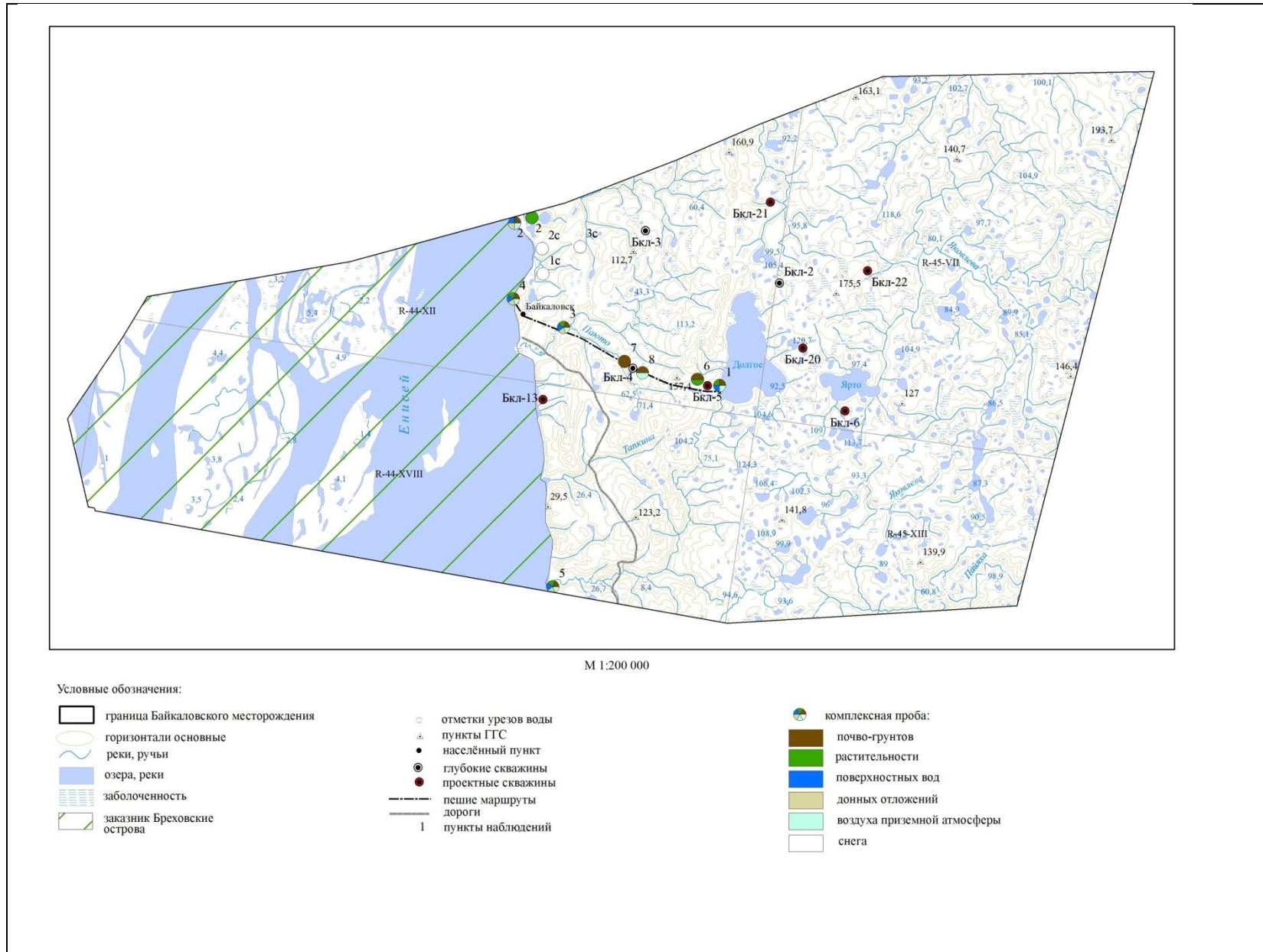


Рис. 2.5. Схема фактического материала на Байкаловском месторождении

Методика отбора поверхностных вод

Мониторинг поверхностных вод осуществлялся в соответствии с Положением о ведении государственного мониторинга водных объектов.

Гидрохимический мониторинг выполнялся с целью наблюдения за состоянием поверхностных вод по физическим, химическим и гидрологическим показателям, выявления изменения состояния поверхностных вод в период проведения геологоразведочных работ и оценки эффективности проводимых водоохраных мероприятий.

Периодичность контроля и перечень показателей устанавливались в соответствии с требованиями методик Росгидромета, Правил охраны поверхностных вод, СанПиН 2.1.5.980-00, СП 2.1.5.1059-01 и с учетом конкретной экологической обстановки. Учитывая удаленность и труднодоступность ЛУ от населенных пунктов, отбор проб поверхностных вод производился один раз в год.

Основные требования к отбору проб воды регламентированы ГОСТ Р 51592-2000 [31] и ГОСТ 17.1.5.05-85 [26]. Процедура отбора проб воды записана в акт отбора, содержащем информацию в соответствии с п. 6.3 ГОСТ Р 51592-2000.

Наблюдения за состоянием (загрязнением) поверхностных вод суши осуществлялись посредством:

- инструментальных измерений на месте (в месте размещения пункта наблюдения);
- отбора проб воды и последующего выполнения измерений в аккредитованной лаборатории ГПКК «КНИИГиМС»

Инструментальные измерения в месте размещения пункта наблюдения проводились для измерений тех показателей состава и свойств воды, для которых отсутствовала возможность обеспечить соблюдение сроков доставки в стационарную лабораторию.

Результаты измерений, выполненных непосредственно в пункте наблюдения, вносились в протокол испытаний, который составлялся на месте

отбора проб. Испытания (измерения) показателей состава и свойств воды проводились по методикам выполнения измерений, аттестованным в установленном порядке и допущенным для государственного экологического контроля и мониторинга.

Пробы воды, предназначенные для исследований в аккредитованной лаборатории, доставлялись в течение сроков, предусмотренных методиками определения с соблюдением условий хранения и консервации

Перечень показателей свойств и состава воды для проведения наблюдений: жесткость, цветность, гидрокарбонаты, хлориды, сульфаты, нитраты, нитриты, АПАВ, кальций, магний, натрий, калий, железо, медь, свинец, цинк, ванадий, кобальт, никель, хром, мышьяк, кадмий, алюминий, марганец, нефтепродукты.

Объем отбираемой пробы должен быть достаточным для определения всех предусмотренных проектом показателей. Результаты всех полевых наблюдений и опробования фиксировались в полевом журнале. Емкость с пробой сопровождается этикеткой, на которой указывается индивидуальный номер пробы, наименование пункта наблюдения, наименование исследуемого водного объекта, консервант и его количество, дата отбора пробы (год, месяц, число и время), должность, фамилия и подпись лица, отбравшего пробу. Непосредственно на месте отбора проб проведены экспресс-лабораторные исследования, которые выполнялись с целью получения информации о содержании быстроменяющихся компонентов. В полевых условиях портативными приборами регистрировались следующие параметры: температура, концентрация растворенного кислорода, водородный показатель рН.

Методика отбора проб донных осадков

Мониторинг донных осадков осуществлялся с целью контроля содержания и накопления в них загрязняющих веществ. Отбор проб донных отложений производился параллельно с гидрохимическим опробованием. Периодичность опробования 1 раз в год (летом). В пробу по возможности отбиралась илисто-глинистая или песчаная фракция аллювиальных отложений.

Требования к отбору проб донных отложений установлены в ГОСТ 17.1.5.01-80, ИСО 5667-12:1995. При отборе проб донных отложений на малых глубинах используется специальная лопатка из нержавеющей стали, на больших глубинах – дночерпатель. Каждая проба помещается в двойной полиэтиленовый пакет, герметично укупоривается без консервации. Масса отобранной пробы должна обеспечивать выход минеральной фракции размером <1 мм не менее 500 г. Способ отбора проб зависит от определяемых показателей. Для определения нефтепродуктов пробы отбирают из поверхностного слоя донных отложений. Для определения содержания тяжелых металлов пробы отбирают по слоям донных отложений и объединяют в одну пробу. Для определения нефтепродуктов пробы донных отложений сохраняются в естественно влажном состоянии. Для определения остальных компонентов пробы высушиваются до воздушно-сухого состояния. Химико-аналитические исследования донных осадков выполняются по методикам, предназначенным для почв.

В пробах донных осадков определялись следующие показатели: рН, хлориды, сульфаты, нефтепродукты, цинк, медь, никель, железо, хром, свинец, мышьяк, ртуть, кадмий, алюминий, марганец, ванадий.

Методика отбора проб почв и растительности

Отбор почв и оценка их состояния выполнялись в соответствии с действующими ГОСТ 17.4.3.04-85, ГОСТ 17.4.4.02-84, ГОСТ 17.4.3-83 [28,29], ГОСТ 28168-89.

Пробы почв отбирались из закопшек глубиной не более 20-30 см. Для нивелирования локальных особенностей распределения химических веществ отбирались смешанные пробы. Смешанный образец составлялся не менее чем из 5 индивидуальных образцов, равномерно распределенных на площадке опробования (по конверту или окружности). Объем индивидуальных проб одинаков. Индивидуальные пробы объединяли и тщательно перемешивали, масса полученного смешанного образца около 500 г. Для контроля состояния почв и грунтов на территории расположения отдельных техногенных объектов, занимающих небольшие площади, размер пробной площадки составлял не более

5 м². Отбор производился совком или почвенным ножом. Точечные пробы почвы, предназначенные для определения тяжелых металлов, отбирались инструментом, не содержащим металлов. Следует отметить, что пробы для анализа на содержание нефтепродуктов сохранялись в естественно-влажном состоянии. Воздушно-сухие пробы хранились в матерчатых мешочках, в помещениях с относительной влажностью 70-80% и температурой плюс 2-10°С. В почвах анализировались те же ингредиенты, что и в донных осадках.

Измерения мощности дозы гамма-излучения производились дозиметром-радиометром ДРГБ-01 «ЭКО-1М» в местах отбора проб почв. Полученные значения варьируют от 0,054 до 0,104 мкЗв/ч, что не превышает естественный радиоактивный фон в Российской Федерации.

Согласно методике опробование выполнялось по одному сквозному виду растений, равномерно развитому на всей исследуемой территории (мох).

Проводилось детальное геоботаническое описание растительного покрова, выявлялся видовой состав, отбирались пробы растений, равномерно развитых на исследуемой территории. Отбор проб растительности (ягель, мхи) проводился в тех же точках, где отбирались почвы. Выбор места отбора проб проводился с учётом предположительно разной ландшафтно-геохимической обстановки для приближения результатов исследования к усреднённым.

2.4. Лабораторные исследования и камеральные исследования

Лабораторные исследования отобранных проб воды, донных отложений и почвы выполняются в аналитической лаборатории ГПКК «КНИИГиМС», аккредитованной в требуемой области и имеющей на момент выполнения работ действующий аттестат аккредитации № РОСС.RU.0001.515841, действительный до 17 февраля 2016 г.

Анализ проб растительности и геохимического состава газа приземных слоев атмосферы проводится в Центральной лаборатории – филиал ОАО «Красноярская горно-геологическая компания» (аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.21ЧС25, действителен по 28 апреля 2016 г.).

Испытания (измерения) показателей состава и свойств воды, донных отложений, почв, растительности, атмосферного воздуха проводятся по методикам выполнения измерений, аттестованным в установленном порядке и допущенным для государственного экологического контроля и мониторинга.

Перед проведением аналитических исследований выполнялась пробоподготовка: пробы почв и донных отложений высушивались и перетирались до фракции 1 мм, пробы растительности озолялись.

Аналитические исследования включают потенциометрический, атомно-абсорбционный, флуориметрический, фотометрический, титриметрический, турбидиметрический, масс-спектрометрический, ИК-спектрометрический методы анализа.

Специальные технические средства измерений и наблюдений, применяемые приборы и оборудование соответствуют требованиям государственных стандартов Российской Федерации. Все приборы имеют поверочные свидетельства установленного образца.

Почва – один из компонентов ландшафта, способных снижать негативные последствия антропогенного и природного загрязнения. В сложной структуре геосистемы почвенный покров, в котором пересекаются все потоки вещества и энергии, в конечном итоге играет роль природного буфера. Поэтому изучение геохимического состояния почвенного покрова является неотъемлемой частью комплексной геоэкологической оценки экологического потенциала изучаемой территории.

Показателем, формирующим экологическую оценку системы почва – донные отложения, является коэффициент миграции - отношение количества вещества в донных отложениях к почве. Оценка этого показателя позволяет рассуждать о динамике миграции и аккумуляции в донных отложениях различных химических соединений и загрязняющих веществ.

Одним из немаловажных аспектов оценки экологического равновесия геосистемы является изучение геохимической обстановки водных объектов. В процессе обработки химических анализов проб воды в рамках мониторинговых

исследований, авторами была отмечена дифференциация геохимических значений фоновых данных относительно аккумулятивных ландшафтов [17]. В процессе исследования и повторной камеральной обработки полученные данные были скорректированы и изложены в данной работе.

Состояние конкретных компонентов геосистемы определяется влиянием внутрисистемных и межсистемных связей, которые имеют прямую и обратную взаимосвязь. К таким связям относятся биологическое потребление и накопление потенциально вредных для геосистемы веществ и элементов растительным покровом. В числовом виде эта взаимосвязь выражается в коэффициенте биологического поглощения (КБП).

Исследуемая территория - участок Приенисейской тундровой зоны, расположенный в Таймырском Долгано-Ненецком районе в 130 км выше по течению р. Енисей от города Дудинка. Среднегодовые температуры здесь относительно минимальны, что способствует сокращению скорости геохимических процессов, в том числе и в системе почва-растительность [66]. Но так как связь имеет двухстороннюю направленность, то скорость накопления возможного высокого уровня содержания загрязняющих веществ и элементов в золе растений пропорциональна его постепенному понижению. Следовательно, даже в условиях относительно низких температур КБП остаётся приемлемым индикатором оценки территориального экологического равновесия (устойчивости) и уровня загрязнения в целом.

Совокупность изучения вышеизложенных аспектов формирования геохимической обстановки на ментально осваиваемом пространстве, является частью общей картины экологической устойчивости типично-тундровых ландшафтов Приенисейской Сибири.

Полученные результаты исследований - интерпретация полевых, лабораторных и камеральных работ в рамках фонового мониторинга окружающей среды на Байкаловском месторождении, Байкаловском [48], Песчанном [8], Иркинском, Муксунихском, Приозёрном нефтегазовых лицензионных участках.

Выбор места отбора проб проводился с учётом предположительно разной ландшафтно-геохимической обстановки для приближения результатов исследования к усреднённым. Отбор, хранение и транспортировка проб из различных сред осуществлялись в рамках установленных ГОСТов [27,29,30]. Химико-аналитические определения проводились в аккредитованной лаборатории Красноярского научно-исследовательского института геологии и минерального сырья. Камеральные работы выполнялись в соответствии с требованиями к геолого-экологическим исследованиям [44, 45,65]

Математическая обработка аналитических материалов включала в себя статистическую обработку и определение интегрированных показателей состояния природной среды - кларков концентраций (отношение количества элементов в почве в кларковому числу) (K_k) и коэффициентов миграции (K_m) (отношение количества элемента в почве к донным осадкам). Для определения интенсивности биогеохимической дифференциации определялся коэффициент биологического поглощения ($K_{БП}$) в пробах мха, который характеризует отношение количества элемента в золе растений к его количеству в почве.

Качество поверхностных вод оценивалось по отношению к ПДК для водных объектов рыбохозяйственного значения [50]. Показатели кларка концентрации рассчитывались относительно установленных средних значений содержания элемента в почвах мира по Ярошевскому [67]. Для растительности расчёт коэффициента концентрации велся относительно среднего содержания элемента в золе растений по Добровольскому [35].

Материалы дистанционного зондирования (МДЗ) используются на всех этапах работ. Они являются одним из наиболее экономичных, достоверных и оперативных источников информации о состоянии поверхностной части геосферы. Материалы дистанционного зондирования должны отвечать определенным техническим параметрам: разрешающая способность, спектральный диапазон съемки, обзорность снимков, отсутствие облачности, время съемки и соответствие материалов дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) по этому параметру геоэкологической обстановке.

Методически работа по обработке и дешифрированию МДЗ проходит в три этапа. На первом этапе проводится подбор и оценка материалов космической съемки. На втором этапе проводится интерактивная тематическая обработка и предварительное дешифрирование, в процессе которых определяются наиболее информативные сочетания спектральных каналов съемки для составления объектно-ориентированных цветных композитных изображений.

В дальнейшем объектно-ориентированные композитные изображения используются для проведения тематического дешифрирования и создания дистанционной основы на площадь работ. На третьем этапе проводится основной объем тематического дешифрирования. Окончательная интерпретация результатов дешифрирования проводится с учетом информации, полученной из анализа фондовых, литературных источников и результатов полевых наблюдений.

Одновременно с дешифрированием происходит формирование комплекса дешифровочных признаков, которыми характеризуются объекты дешифрирования, и по которым происходит их выделение на изображениях. В определенной мере дешифровочные признаки подлежат типизации. Однако, в зависимости от качества съемки, оптимальности срока ее проведения и конкретной ландшафтной обстановки они могут обладать некоторой изменчивостью. Кроме того, на композитных изображениях, составленных по различным комбинациям спектральных каналов съемки, дешифровочные признаки выделенных объектов характеризуются некоторой разнородностью.

Работа с цифровыми материалами космических съемок на всех этапах тематической обработки, дешифрирования и создания дистанционной основы проводится с использованием программного комплекса обработки изображения ERDAS IMAGINE и интегрированного приложения ArcMap полнофункциональной геоинформационной системы ArcInfo.

Информативность космоснимка, помимо качества синтезированного изображения, зависит от положения объекта в природно-климатической и геотектонической зонах. Литогенная основа природных комплексов, являющаяся главным критерием для их выделения при дешифрировании, в разных зонах по-

разному сказывается на формировании внешних компонентов ландшафта – рельефе, растительности, гидросети. Морфогенетические особенности рельефа находятся в прямой зависимости от состава рельефообразующих пород, тектоники района, обусловленной интенсивностью и характером неотектонических движений.

В качестве материалов, используемых при проведении работ, были задействованы данные спутника дистанционного зондирования LDCM. В результате автоматизированного дешифрирования с использованием алгоритмов неконтролируемой классификации изображения в районе исследования были выделены основные природные комплексы, которые по результатам полевой наземной проверки были отнесены к конкретному типу генетического ландшафта данной территории.

ГЛАВА 3. КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА

Исследуемый участок расположен на территории Таймырского Долгано-Ненецкого муниципального района Красноярского края. Состоит из территорий Байкаловского месторождения, Байкаловского, Иркинского, Муксунихского и Приозёрного нефтегазовых лицензионных участков. Общая площадь изученной территории 5510,97 км², которая расположена на следующих номенклатурных листах: R-44-VI, R-44-XII, R-44-XVII, R-44-XVIII, R-45-VII, R-44-XVIII, R-44-XXIV, R-45-VII, R-45-XIII, R-45-XIV, R-45-XIX.. В пределах исследуемой территории не находятся особо охраняемые природные территории. Часть западной границы Байкаловского лицензионного участка по р. Енисей граничит с заказником «Бреховские острова»

Территория исследований приурочена к бассейну р. Енисей, которая в свою очередь является главной транспортной артерией региона. Расстояние до ближайшего города – Дудинки – 130 км вверх по течению р. Енисей.

В пределах участка работ расположено несколько населённых пунктов, большинство из них нежилые. Из наиболее крупных – п. Байкаловск и п. Караул.

На первом этапе комплексной оценки экологического потенциала необходимо определить исходный (доантропогенный) уровень состояния экологического равновесия исследуемого региона. На втором этапе определяется антропогенная нагрузка, присутствующая на исследуемой территории. Комплексная оценка экологического потенциала есть не что иное, как совокупность естественного экологического потенциала и общей антропогенной нагрузки на территорию

3.1. Оценка исходного экологического потенциала территории

Оценка естественного экологического потенциала включает данные по литосфере, геохимическим показателям среды, гидросфере, атмосфере, лесному (растительному) покрову. На основе полученных данных о состоянии ведущих компонентов окружающей среды даётся экспертная оценка ёмкости экологического ресурса

3.1.1. Литосфера

В геологическом строении площади принимают участие мезозойско-кайнозойские отложения, относящиеся к юрской, меловой и четвертичной системам. Вскрытая часть меловой системы представлена только отложениями верхнего отдела. Толщи слабо дислоцированы, а кровля их размыта. На поверхности дочетвертичного денудационного среза наблюдается последовательная смена отложений от верхнетуронского подъяруса – коньякского яруса до маастрихт-датских отложений верхнесымской подсветы. Породы представлены песками, алевролитами, алевролитами, прослоями алевролитовых глин, аргиллитами и т.д., не затронутыми явлениями метаморфизма. Факт отсутствия метаморфических процессов создает комфортные условия для обитания человека.

Кальций является ведущим элементом, определяющим условия миграции вещества в почве [51]. Развитие ландшафтной среды на коренных породах, сложенных осадочными терригенно-карбонатными отложениями, подразумевает оптимальное содержание СаО и формирование нейтральной для жизни среды. Но под влиянием климатических факторов, которые создают кислую среду на участке исследования, формируются так называемые атмогенные щелочные ландшафты, имеющие низкий экологический потенциал.

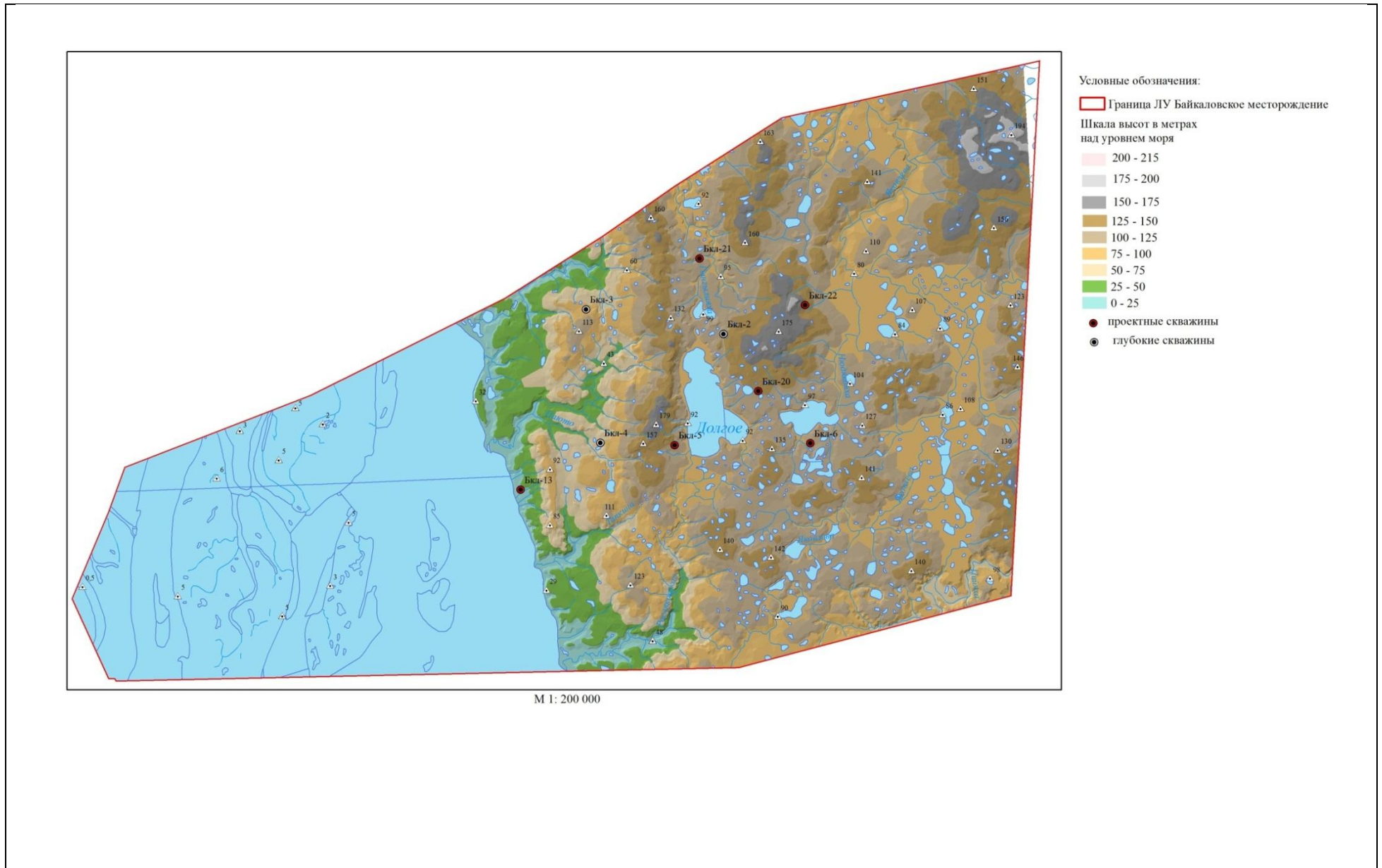
Четвертичные отложения оценивались по генезису и литологическому составу. Покровный (четвертичный) слой состоит из континентальных отложений, залегающих на размытой поверхности мезозойских толщ. Он представлен песками, супесями, суглинками серого, светло-серого цвета с

желтоватым оттенком, с многочисленными включениями гальки, гравия, валунов изверженных пород и кварцитов. Прогнозируемая мощность четвертичных отложений в осредненной скважине - 80 м. Доминирующий практически на всей территории генезис покровных отложений – элювиальный. Отмечается, что наиболее благоприятную среду обитания четвертичные отложения формируют в долине реки Енисей в виде аллювиальных наносов.

Изучаемые лицензионные участки однородны по генетической и морфологической структуре. Для образного представления морфоструктуры дана теневая модель и схема уклонов местности в пределах Байкаловского месторождения (Рис. 3.1, 3.2) . Отмечаются преобладающие превышения отметок от 20 до 130 м, с превосходством (74%) пологих (менее 4°) аккумулятивных склонов. Очевидно, что более пологая, равнинная местность формируется вдоль речных террас, которые создают благоприятный для жизни рельеф.

Инженерно-геологические свойства комплекса горных пород рассматриваемой территории оцениваются как нейтральные - для терригенно-карбонатных формаций коренной основы и отрицательные - для четвертичных континентальных отложений, представленных песками, супесями, суглинками, с многочисленными включениями гальки и гравия.

Почвенный покров отличается малой мощностью профиля, что связано с влиянием многолетней мерзлоты и длительным периодом замерзания почв. Биологический круговорот замедлен из-за суровых климатических условий. Наряду с вечной мерзлотой определяющее значение для процессов почвообразования играет характер водно-воздушного режима. Преобладают анаэробные процессы ввиду избыточной увлажненности почвенного профиля, однако на легких почвообразующих породах и возвышенных участках отмечается аэробное почвообразование.



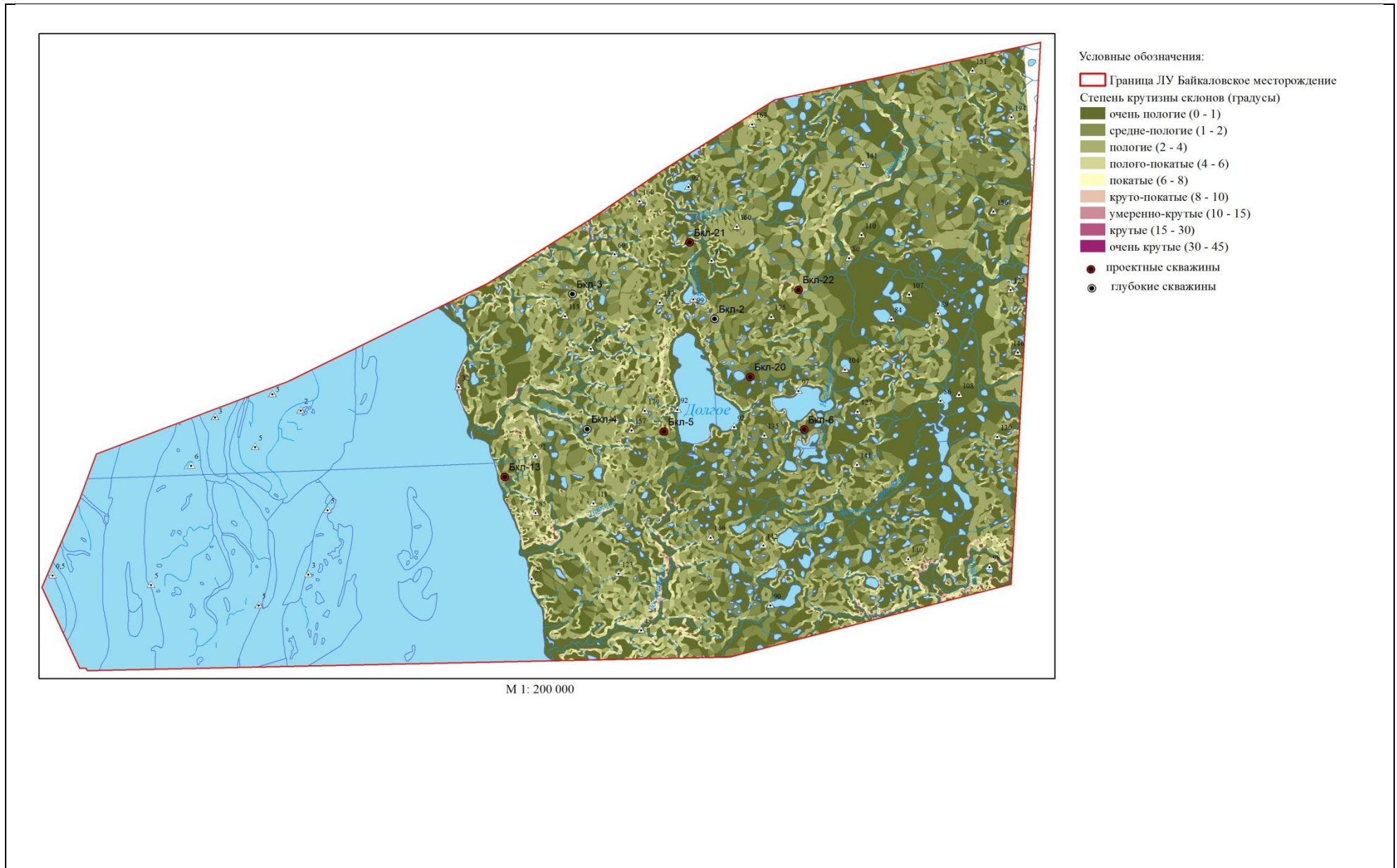


Рис. 3.2. Схема уклонов местности Байкаловского лицензионного участка

В условиях хорошего дренажа на породах легкого механического состава на территории исследования формируются кислые бурые тундровые почвы. Их профиль в основном слабо дифференцирован на генетические горизонты (исключением является хорошо выраженный торфянисто-перегнойный или перегнойный горизонт). Образованию дифференцированного профиля препятствуют процессы периодического замерзания и оттаивания почвенно-грунтовой массы и ее многократное перемешивание при этом. Для них характерно преобладание фульвокислот над гуминовыми и глубокое проникновение органического вещества по профилю. Надмерзлотная аккумуляция гумуса не выражена. Почвы имеют кислую и сильнокислую реакцию верхних органогенных горизонтов, а в нижних горизонтах значение рН несколько повышается. Они характеризуются насыщенным поглощающим комплексом. Легкий механический состав этих почв обеспечивает их малую влагоемкость, высокую водопроницаемость и свободный дренаж, быстрое и достаточно глубокое оттаивание, отсутствие или малую длительность процессов сезонного переувлажнения и оглеения. Тундровые глеевые почвы в отличие от подбуров формируются в условиях затрудненного дренажа грунтовых вод и дефицита кислорода. Для них характерно наличие глеевого горизонта, образующегося в результате восстановительных процессов, глубокое пропитывание гумусом всего профиля почвы и накопление его в надмерзлотном слое, низкая скорость минерализации (разложения) органического вещества и большая поглотительная способность перегноя. Высокое содержание обменных оснований в верхних горизонтах обусловлено биологическим накоплением их в результате минерализации растительных остатков. Количество поглощенных катионов в минеральных горизонтах сокращается, но продолжает оставаться довольно высоким. Реакция органогенных горизонтов слабокислая, в минеральных горизонтах понижается до кислой.

В отрицательных формах рельефа образуются тундровые болотные и торфяные болотные почвы. Формирование их совершается под влиянием вод, стекающих с более возвышенных участков. Группа болотных почв представлена

комплексом, состоящим из тундровых глеевых торфянистых и торфяных (перегнойных), тундровых поверхностно-глеевых дифференцированных торфянисто-перегнойных, глееземов торфяных болотных. На местах спущенных озер – на «хасыряях» идет процесс современного заболачивания с образованием болотных торфянистых почв. Органогенный горизонт этих почв в основном небольшой по мощности и выполнен слаборазложившейся торфяной массой насыщенной водой.

Почвенный покров пойм рек территории характеризуется значительной пестротой и неоднородностью с четко выраженной закономерностью размещения почв по элементам рельефа. В условиях кратковременного затопления быстротекущими паводковыми водами, отлагающими большое количество аллювия, преимущественно легкого механического состава, формируются пойменные (аллювиальные) дерновые слоистые почвы. В притеррасной пойме, старицах, глубоких понижениях формируются болотные (аллювиальные) почвы. Пойменные почвы характеризуются низким содержанием гумуса и азота. Реакция среды в них в основном кислая.

Благоприятность почвенного покрова оценивается отрицательно, охарактеризованные типы почв в целом имеют низкую экологическую емкость.

Эрозионно-денудационные процессы в тундре в целом ослаблены. Их сдерживают многолетняя мерзлота, кратковременный сезон деятельности текучих вод, слабая интенсивность атмосферных осадков, влагоемкая моховая дернина, длительное залегание снега по долинам водотоков, регулирующее влияние многочисленных озер [66]. В целом, на исследуемой территории формируется зона достаточного увлажнения в многолетней мерзлоте. В этих условиях протекает целый ряд криогенных процессов - термокарст, формирование бугров пучения, заболачивание, солифлюкция (на трансэлювиальных позициях), - снижающих экологический потенциал территории.

Литосферная устойчивость типичной тундры Приенисейской Сибири по выбранной методике оценивается в 2 балла по совокупности полученных частных оценок, однако выбранная методика рекомендует полученные результаты

частных оценок анализа устойчивости литосферы преобразовать согласно таблице 3.1. Приведенные оценки устойчивости литосферы смотрите в таблице 3.2.

Таблица 3.1

Шкалы приведения для компонентов литосферы

Анализируемый компонент	Интервалы значений суммарных оценок	Экологическая оценка (балл в шкале приведения)
1	2	3
1. Коренные породы	- 2,20 ÷ - 1,36 -	-2
	-1,35 ÷ -0,51	-1
	- 0,50 ÷ + 0,50	0
	+ 0,51 ÷ + 1,75	+1
	+ 1,76 ÷ +3,00	+2
2. Покровные отложения	- 2,68 ÷ - 1,68 -	-2
	-1,67 ÷ -0,51	-1
	- 0,50 ÷ + 0,50	0
	+ 0,51 ÷ + 1,25	+1
	+ 1,26 ÷ +2,00	+2
3. Рельеф	- 3,50 ÷ - 1,81	-2
	-1,80 ÷ -0,51	-1
	- 0,50 ÷ + 0,50	0
	+ 0,51 ÷ + 3,25	+1
	+ 3,26 ÷ +6,00	+2
4. Инженерно-геологические свойства комплексов горных пород	- 1,70 ÷ - 1,11 -	-2
	-1,10 ÷ -0,51	-1
	- 0,50 ÷ + 0,50	0
	+ 0,51 ÷ + 1,25	+1
	+ 1,26 ÷ +2,00	+2
5. Почвенный покров	- 1,40 ÷ - 0,96	-2
	-0,95 ÷ -0,51	-1
	- 0,50 ÷ + 0,50	0
	+ 0,51 ÷ + 1,25	+1
	+ 1,26 ÷ +2,00	+2
6. Современные экзодинамические процессы	- 6,00 ÷ - 3,26	-2
	-3,25 ÷ -0,51	-1
	- 0,50 ÷ + 0,50	0
	+ 0,51 ÷ + 1,25	+1
	+ 1,26 ÷ +2,00	+2

Таблица 3.2

Приведенные оценки устойчивости литосферы

Анализируемый компонент	Сумма частных оценок	Приведенная оценка
1	2	3
1. Коренные породы	0	0
2. Покровные отложения	+1	+1
3. Рельеф	+6	+2
4. Инженерно-геологические свойства комплексов горных пород	-1	-1
5. Почвенный покров	-1	-2
6. Современные экзодинамические процессы	-3	-2

3.1.2. Гидросфера

Гидросфера, как геоэкологическая природная система, оценена по двум подсистемам: подземные и поверхностные воды, для каждой из которых использовано разное количество показателей [68].

Подсистема подземные воды (грунтовые и напорные) оценена по большому количеству натуральных количественных и качественных показателей (табл.3.3).

В свою очередь автором работы был добавлен ещё один показатель устойчивости для поверхностных вод. Его суть заключается в установлении геохимической ассоциации элементов 3-4 класса опасности, превышающих норматив ПДКвр. Под ассоциацией подразумевается сумма коэффициентов превышения по элементам, предельно допустимых концентраций для вод рыбохозяйственного значения. Если средние значения фоновых ассоциаций элементов из отобранных проб воды на исследуемом ландшафте находятся за отметкой 32, то оценка экологической устойчивости для этих вод будет дана как «очень плохо» (-2 балла), от 16 – 32 как «плохо» (-1 балл), от 8 – 16 как удовлетворительно (0 баллов), от 1 – 8 как «хорошо» (+1 балл), менее 1 как «очень хорошо» (+2 балла).

Участок исследования расположен в пределах Лено-Енисейского гидрогеологического бассейна, где выделяются два гидрогеологических этажа.

Нижний этаж включает в себя комплексы нижнего и среднего палеозоя. Верхний охватывает водоносные комплексы верхнепалеозойских и мезозойских отложений.

В гидрогеологическом отношении Енисейско-Хатангский прогиб изучен крайне неравномерно. В западной его части выделены водоносные комплексы: юрский, нижнемеловой (готерив-валанжинский) и верхнемеловой (турон-готеривский) верхнего гидрогеологического этажа.

Юрский водоносный комплекс включает отложения, распространенные на всей территории Енисейско-Хатангского регионального прогиба.

Таблица 3.3

Натуральные показатели гидросферы, количественные и качественные

Подсистема	Компонент	Оцениваемый признак	Приведённый показатель	Балльная оценка
Подземные воды	Общие водные ресурсы (среднемноголетние данные)	Модуль подземного стока	0,5 -2	-1
		Величина подземного стока, % от общего речного стока	Менее 10	-2
		Коэффициент подземного стока (процент от осадков)	Менее 3	-2
		Количество атмосферных осадков, мм	400	-2
		Годовое испарение, мм	Около 150	+2
	Физико-геологические условия	Мерзлота и её виды	Мнолетнемёрзлые породы	-2
	Грунтовые(безнапорные воды)	Состав	гидрокарбонатно-натриевый	+1
		Минерализация, г/л	7,08	-1
		Граница залегания подошвы зоны подземных вод, м	Более 1400	-2
	Режим и условия формирования режима грунтовых вод	Режим грунтовых вод	Скудное питание	0
		Условия формирования	Кратковременное	-1
	Гидродинамическая структура	Характер проводимости верхнего и нижнего гидродинамических этажей	Выдержана по площади, изменяется в разрезе поэтажно в пределах мёрзлой зоны	-1
	Геохимическая обстановка подземных вод	тип геохимических обстановок гипергенных процессов в подземной гидросфере	не изучено	-
	Эксплуатационные ресурсы подземных вод	Модуль эксплуатационных ресурсов, л/с/км ²	Менее 0,1	-2
		Величина преобладающего дебита родников, л/с	Менее 1	0
Поверхностные воды	Норма(модуль) годового стока	-	6,1	0
	Показатель геохимических ассоциации	Показатель экологической опасности воды	4,6-11,8	0
Суммарная оценка				-13

Региональную водопроницаемую толщу комплекса составляют отложения зимней, левинской, джангодской, вымской, леонтьевской и малышевской свит юрской системы Левинская. лайдинская и леонтьевская свиты являются локальными водоупорами.

Наибольшая вскрытая мощность юрских водопроницаемых отложений отмечается в центральной зоне прогиба, где она достигает 1600 м. К северному и южному бортам прогиба мощность водопроницаемой части комплекса сокращается до 400 м. Подземные воды имеют гидрокарбонатно-натриевый состав с минерализацией 7,08 г/л. Напорные воды на исследуемой территории изучены слабо, и оценка их устойчивости проводится в данной работе не будет.

В целом гидросфера Приенисейской тундры характеризуется низким экологическим потенциалом. Это связано, прежде всего, с физико-географическими особенностями, которые формируют зону скудного питания на общем фоне глубокого залегания грунтовых вод и наличии вечной мерзлоты.

3.1.3. Атмосфера

Характеристика климатических условий территории работ приводится по данным метеорологической станции Караул, ФГБУ «Среднесибирское УГМС» (Табл. 3.4). Поступление летом арктического воздуха оказывает существенное влияние на температурный режим. Нигде более на суше не наблюдается такого высокого широтного градиента летних температур, как в тундре. Климат района резко континентальный с продолжительной зимой и коротким прохладным летом. Средняя температура января $-28,1^{\circ}\text{C}$, июля $+12-16^{\circ}\text{C}$. Среднегодовая температура $-8,4^{\circ}\text{C}$. Наиболее холодные месяцы декабрь, январь и февраль, со средней температурой $-26,2- -28,1^{\circ}\text{C}$ (до -60°C). Наиболее теплым месяцем года является июль, со среднемесячной температурой $+15,1^{\circ}\text{C}$ (абсолютный максимум $+33^{\circ}\text{C}$).

Среднее количество осадков составляет около 400 мм в год. Преобладающие направления ветров – южное и юго-западное. Среднегодовая скорость ветра 4,4 м/с, максимальная 25-30 м/с.

Устойчивый снежный покров образуется в конце сентября и сохраняется до конца мая. Мощность его обуславливается рельефом местности и колеблется от 0,7 до 2 метров (до 3 м в оврагах).

Таблица 3.4

Данные метеорологических наблюдений за 2012 г.

Месяц, год	Средняя месячная температура воздуха, °С	Количество осадков, мм	Средняя скорость ветра, м/с	Максимальная скорость ветра, м/с
Январь	-22,9	22,3	4,7	22
Февраль	-15,9	24,3	6,1	22
Март	-18,8	12,7	5,0	24
Апрель	-13,3	19,0	5,5	22
Май	-5,0	28,8	7,4	24
Июнь	9,7	31,8	5,6	17
Июль	13,4	124,0	4,7	27
Август	9,1	74,5	5,6	19
Сентябрь	6,3	42,8	4,9	24
Октябрь	-7,5	16,6	5,5	22
Ноябрь	-18,9	16,5	4,2	18
Декабрь	-21,9	25,3	5,6	23

Многолетняя мерзлота имеет на площади сплошное распространение. Толщина ММП в среднем 500-550 м. Толщина деятельного слоя 0,4-1,4 м. Район относится к VI температурной зоне[66], продолжительность отопительного сезона 289 суток.

Атмосфера привлекает внимание более других геосистем с точки зрения комфортности проживания населения. Балльная оценка устойчивости компонентов атмосферы изучаемой площади представлена в таблице 3.5.

Таблица 3.5

Натуральные показатели устойчивости атмосферы, количественные и качественные

Подсистема	Компонент	Оцениваемый признак	Приведённый показатель	Балльная оценка
Метеорологические показатели	Количество атмосферных осадков, мм	-	400	-2
	Температура воздуха, °С	-	-8,4	-2
	Температура почвы, °С	-	-7,2	-2
	Относительная влажность воздуха, %	-	76	-1
	Ветер	Средняя скорость,		4,4

		м/с		
		штиль, число случаев,%	менее 50	-1
	Число дней в году с ветром		263	0
	Число дней в году с туманом		97	-1
	Число дней в году с грозой		12	-1
Суммарная оценка				-8

3.1.4. Растительность

Лесной покров, независимо от своего видового состава, прямо или косвенно выполняет достаточно много функций экологического характера, из которых основными являются защитные. Наличие лесного покрова значительно повышает защищенность окружающей среды (почв, гидрологических объектов и др.). Леса представляют собой естественные преграды, защищающие нерестилища промысловых рыб, железнодорожные магистрали, автомобильные дороги, запретные полосы по берегам рек, озер, водохранилищ и других водных объектов. Лесом выполняются санитарно-гигиенические и противозерозионные функции; леса – это зеленые зоны вокруг поселений, санитарная охрана курортов, наконец, просто красивые памятники природы.

Наличие обширных лесных массивов оказывает благоприятное воздействие на жителей региона, повышая экологическую и экономическую составляющую уровня жизни населения. Здесь необходимо отметить очищение воздуха от целого комплекса вредных примесей и обогащение его кислородом, удержание лесными массивами определенного уровня влажности, роль леса в лесной отрасли и охотничьем промысле, рекреационные функции леса.

В последнее время выделяется еще одна функция лесов Сибири в глобальном, общепланетарном масштабе: значительный вклад лесов в изъятие и накопление (депонирование) оксида углерода из атмосферы. Исследования процессов, приводящих к возникновению парникового эффекта и его последствий, заставляют прилагать усилия не только к снижению промышленных выбросов, усиливающих парниковый эффект, но и к разработке методов абсорбции их из атмосферы. Возникает необходимость учета роли обширных

лесных насаждений региона, как средства изъятия из атмосферы и накопления связанного углерода [40].

В исследуемой зоне лесной покров отсутствует, но по сравнению с арктическими ландшафтами, в субарктических возрастает продолжительность вегетационного периода, его теплообеспеченность, а также увлажнение. Но недостаток летнего тепла, краткий и прохладный вегетационный период, низкие температуры и мерзлота почв, затяжные зимы с ветрами и неравномерным распределением снежного покрова играют лимитирующую роль, в первую очередь для расселения древесной растительности.

Геоботанически на полуострове Таймыр отмечается самое северное в нашем полушарии положение южных границ тундры и лесотундры. Причина этого в том, что при одной и той же средней температуре самого теплого месяца в указанных зонах сумма положительных температур на Таймыре ниже, но, с другой стороны, ниже и влажность вегетационного периода, более сильное испарение. Это способствует продвижению лесов к северу. Большое значение имеет рубеж подзоны арктической тундры. Фитоценологически арктические тундры имеют большую общность с арктическими ландшафтами и одновременно принципиально отличны от типичных, южных тундр. С указанной границей совпадает граница многих высокоарктических форм и одновременно северная граница более или менее широкого распространения бореальных (включая субарктические) элементов флоры [54].

Флора тундры субарктики состоит из следующих генетических элементов - гипоарктических, арктических, арктоальпийских кустарников, кустарничков, многолетних трав, мхов и лишайников [2]. В флористическом отношении в пределах тундровой зоны произрастает около 350 видов высших растений (46 семейств). Наиболее богато представлены следующие семейства: злаковые - 60 видов, крестоцветные - 34 вида, осоковые - 33 вида, сложноцветные - 30 видов, гвоздичные - 25 видов, камнеломковые - 22 вида, ивовые - 18 видов.

Несмотря на большое разнообразие видового состава растительности, отсутствие лесного покрова является отрицательной характеристикой

устойчивости л и по выбранной методике исследуемому ландшафту ставиться отрицательный балл (-1 балл)

3.1.5. Геохимические показатели среды

Геохимические показатели среды оценены по результатам исследований авторов, направленных на выявление опасных естественных биогеохимических провинций, потенциально опасных территорий по выпадению и накоплению в почвах токсичных элементов аэрозольных выбросов с учетом геохимической устойчивости природных ландшафтов. Выбор геохимических показателей состояния исходной среды региона основан на модельных разработках М.А. Глазовской [19] по определению геохимической устойчивости природных ландшафтов; А.И. Перельмана [51] и В.А. Алексеенко [4,5] по выделению геохимических ландшафтов и барьеров; Ю.Е. Саета и др. [18] по экологической оценке естественных и техногенных аномалий.

Геохимические показатели среды во многом обусловлены кислотно-щелочными условиями ландшафтов территории.

Известно, что щелочные (кальциевые) ландшафты формируются на осадочных карбонатных породах, вулканогенных (основных, средних) и интрузивных основных породах с содержанием СаО выше 7 вес %; а кислые – на интрузивных и вулканогенных породах кислого состава, осадочных терригенных, глинистых и глинисто-углеродистых породах с содержанием СаО ниже 7 вес %. В предыдущей главе установлено, что изучаемый ландшафт заложен на терригенно-карбонатных отложениях.

Помимо вышеперечисленных ландшафтов, существуют и те, чье формирование диктовалось не литогенной основой, а климатическими факторами. За основной климатический фактор, согласно выбранной методике, принят комплексный гидротермический показатель – коэффициент увлажнения Иванова (Ку), выражающий отношение годовой суммы осадков к испарению. Испарение для типично-тундровых ландшафтов является главным фактором расхода тепла в тепловом балансе. Сухие условия способствуют формированию кислых

ландшафтов (благоприятных), влажные напротив, формируют щелочные (неблагоприятные). Границей разделения на таковые является количество осадков в 550мм/год, с коэффициентом увлажнения $K_u=1$. Количество осадков на изучаемой местности равно 400мм/год, но под влиянием низких среднегодовых температур, малому количеству солнечной радиации (годовой радиационный баланс составляет 5-15 Ккал/см², за счёт высокого альбедо) и прочих метеофакторов испарение составляет всего 150мм/год, а коэффициент увлажнения при этом равен 2,6. Таким образом, влажная среда на участке работ определяет гидрогенез – совокупность геохимических процессов, связанных с проникновением воды в почвы и почвообразующие породы и обуславливающих растворение и перенос легкорастворимых солей, формирующий при этом влажный кислый ландшафт.

Выделение естественных биогеохимических провинций в используемой методике подразумевает использование суммарного коэффициента обогащения почв элементами-токсикантами относительно ПДК. В данной работе предложено использовать данные мониторинга окружающей среды в сопоставлении с кларком почв по Добровольскому и расчёту показателя экологической опасности. Полученные результаты свидетельствуют о присутствии естественных биогеохимических провинций с ПЭО = 16-32. Основными химическими элементами в геохимической ассоциации показателя экологической опасности являются марганец, железо и свинец. Между тем, анализ пространственного распределения максимальных значений марганца и железа показывает, что их повышенные концентрации отмечаются в пробах, отобранных на участках с избыточным увлажнением (болотистые поймы р. Малая Муксуниха, р. Пимена, р. Пайяхамал, оз. без названия и др.). Вследствие переувлажнения и наличия в почве водорастворимых органических веществ интенсивно развивается глеевый процесс (глеевый геохимический барьер), способствующий накоплению в кислой среде почвенного раствора соединений железа и марганца. Немаловажным фактором накопления элементов, является повсеместное присутствие в данной

ландшафтной зоне сорбционных геохимических барьеров, представленных торфяниками [20].

Наряду с выделением естественных биогеохимических провинций, потенциально опасных территорий и их экологической оценкой, в системе комплексной геоэкологической оценки природной составляющей безусловно необходимо отразить такое природное свойство среды, как геохимическая устойчивость природных ландшафтов к техногенным геохимическим нагрузкам [47].

Геохимическую устойчивость природных ландшафтов обуславливает ряд метеорологических показателей [20] (в скобках будут представлены числовые данные по изучаемой территории [12]): годовая доза суммарной ультрафиолетовой радиации (410 Вт ч/м²), число дней в году с туманом (97), число дней в году с грозой (12), число случаев в году штилей (37-44%), среднегодовая скорость ветра (4,4 м/сек).

Ландшафты, в пределах которых геохимическая устойчивость оценена положительно (+1,+2), способны «перерабатывать» продукты техногенеза природными геохимическими процессами. Продукты техногенеза могут разлагаться и выноситься или преобразовываться в устойчивые инертные формы. Такие ландшафты легко «самоочищаются» и являются более устойчивыми к техногенным геохимическим нагрузкам.

Показатели устойчивости геохимической обстановки типичной тундры Приенисейской Сибири по выбранной методике оцениваются в -6 баллов, что говорит о низкой геохимической устойчивости изучаемого ландшафта.

3.1.6. Установка локального геохимического фона

Изучение почвенного покрова, растительности и водных объектов проводилось по показателям загрязнителей, характерных для мониторинга окружающей среды нефтегазовых лицензионных участков.

Результаты лабораторных и статистических исследований почвенного покрова представлены в таблице 3.6.

Реакция водной вытяжки из отобранных проб почвы изменяется от слабокислой (рН = 4,3) до нейтральной среды (рН = 6,7). В целом на участке исследования формируется слабокислая кислотнo-щелочная среда. Содержание водорастворимых солей не велико и находится в следующих пределах: хлориды 3,2-53,7 мг/кг с фоном в 13,2 мг/кг; сульфаты 3,5-73,2 мг/кг с фоном в 13,9 мг/кг.

Отражая местные геохимические особенности почвенного покрова, показатели кларков концентраций (Кк) могут свидетельствовать о накоплении ($K_k > 1,5$) или рассеивании ($K_k < 0,7$) в почве определённого элемента (табл. 3.8). Почти все исследуемые элементы, за исключением ртути и алюминия, находятся на стадии накопления. Отмечаются повышенные значения Ккп по свинцу, кадмию и мышьяку, что вероятно связано с особенностями подстилающих горных пород.

Таблица 3.6

Сравнительные показатели геохимического фона почв и донных отложений

Показатели	min, мг/кг	max, мг/кг	Сп, мг/кг	Кларк почв, мг/кг (Кп)	Ккп	Сд, мг/кг	Ккд	Км
рН (ед)	4,3	6,7	6,1	-	-	6,4	-	1,1
Cl	3,2	53,7	13,2	-	-	10	-	0,8
SO ₄	3,5	73,2	13,9	-	-	20,39	-	1,5
Fe	3327	63600	31150	38000	0,8	25261	0,7	0,8
Al	6385	69860	45872	71300	0,6	37439	0,5	0,8
Cr	3,1	118	71,0	60	1,2	65,2	1,1	0,9
Ni	2,0	61,8	27,0	20	1,4	37,1	1,9	1,4
Mn	66,0	13780	2662	500	5,3	565	1,1	0,2
Cu	1,4	81,4	22,2	23	0,96	18,4	0,8	0,8
Zn	5,7	138	43,5	60	0,7	38,2	0,6	0,9
Pb	2,2	135	69,3	20	3,5	61,8	3,1	0,9
Cd	0,1	0,7	0,4	0,16	2,5	0,2	1,6	0,6
As	1,3	24,7	17,5	6	2,9	7,3	1,2	0,4
V	27,7	151	77	90	0,9	80,3	0,9	1
Hg	0,01	0,12	0,02	0,1	0,2	0,02	0,2	1
НП	<50,0	123	190,6	-	-	110,1	-	0,6

Примечание к таблице: Сп – среднее содержание элемента в почве; Сд – среднее содержание элемента в донных отложениях; Км – коэффициент миграции элемента из почвы в донные отложения; Ккп и Ккд – кларки концентрации в почве и донных отложениях соответственно; НП – нефтепродукты.

Между тем, анализ пространственного распределения максимальных значений марганца и железа показывает, что их повышенные концентрации отмечаются в пробах, отобранных на участках с избыточным увлажнением (болотистые поймы р. Малая Муксуниха, р. Пимена, р. Пайяхамал, оз. без названия и др.). Вследствие переувлажнения и наличия в почве водорастворимых органических веществ интенсивно развивается глеевый процесс, способствующий накоплению в кислой среде почвенного раствора соединений железа и марганца. Этот факт необходимо учитывать при интерпретации результатов дальнейших мониторинговых исследований.

Анализ данных, представленных в таблице 3.6., указывает на то, что в целом показатели концентраций элементов в почве и донных отложениях одинаковы. Небольшое среднестатистическое превышение SO_4 в последних связано с более нейтральным уровнем рН в пробах, отобранных в крупных реках, где уровень растворённого кислорода в среднем выше для изучаемой местности.

Вышесказанное говорит о целостности и идентичности геохимических процессов, протекающих в этих средах. Это подтверждается отсутствием аномалий в связующем их веществе – воде. Исключением является фоновое превышение ПДК_{вр} в 2,2 раза по меди. Повышенные концентрации этого металла зафиксированы в основном в водах опробованных озёр. Это объясняется повышенным содержанием меди в аккумулятивных ландшафтах прибрежных зон водоёмов, что так же зафиксировано в работе Орлова Д.С. Воды обследуемого участка имеют характерный для тундровых ландшафтов гидрокарбонатно-кремнезёмный состав и являются ультрапресными. Сравнительные показатели геохимического состояния и установленный фон (Св) для водных объектов территории представлен в таблице 3.7

Превышение содержания элементов в растительности (мхе) территории относительно кларка растительности по Добровольскому не велико (табл. 3.8). Этому способствует замедленный биогеохимический круговорот, характерный для всей тундровой зоны полуострова Таймыр. Подробные причины и описание

факторов, формирующих низкие скорости движения элементов в системе почва-растительность, описаны в работе В.П. Чехи [66].

Таблица 3.7

Сравнительные показатели геохимического фона воды

Показатели	ПДКвр	min, мг/дм ³	max, мг/дм ³	Св, мг/дм ³	Кпдк
рН, ед.	6,5-8,5	6,1	6,41	6,3	-
Цветность	-	1,7	158	37,9	-
Жесткость, ммоль/дм ³	-	0,3	1,61	0,94	-
Cl	300	<0,50	11,6	4,7	0,02
SO ₄	100	0,64	30,9	8,43	0,1
HCO ₃	-	<10,0	73,2	47,3	-
NO ₃	40	<0,20	1,31	0,755	0,02
NO ₂	0,08	<0,20	<0,20	<0,21	-
АПАВ	-	<0,025	<0,025	<0,025	-
Ca	180	2,3	18,5	12,3	0,1
Mg	40	1,1	7,5	4,1	0,1
Na	120	0,6	23,1	5,4	0,05
K	50	0,2	1,6	0,7	0,01
Fe	0,1	<0,050	0,3	0,13	1,3
Cu	0,001	<0,0010	0,005	0,002	2,2
Co	0,01	<0,0010	0,002	0,001	0,1
Cd	0,005	<0,0010	<0,0010	<0,0010	-
Pb	0,006	<0,0010	0,004	0,001	0,2
Zn	0,01	<0,0050	<0,0050	<0,0050	-
Ni	0,01	<0,0010	0,01	0,003	0,3
Mn	0,01	<0,0010	0,03	0,002	0,2
V	-	<0,0010	0,01	0,006	-
Cr	0,07	<0,0010	0,002	0,002	0,02
Нефтепродукты	0,05	<0,020	0,1	0,03	0,7

По интенсивности поглощения к микроэлементам сильного захвата (КБП = 0,7-3) относятся цинк и кадмий; остальные изученные элементы имеют слабый захват (КБП<0,7). Пространственное распределение максимальных значений железа, марганца и меди приурочено к высоким показателям этих элементов в почве на определённых типах ландшафта.

Таблица 3.8

Сравнительные показатели геохимического фона растительности

Элемент	min, мг/кг	max, мг/кг	Ср, мг/кг	Кларк растительности (зола), мг/кг	Ккр	Сп	КБП
Fe	1736	15967	5326	-	-	31149,8	0,2
Al	2037	4215	3145	10000	0,3	45872,5	0,1
Cr	1	40	8,88	35	0,3	71	0,1
Ni	1,5	30	11,3	40	0,3	27	0,4
Mn	50	1000	483,2	4100	0,1	2662,3	0,2
Cu	4	20	9,18	160	0,1	22,2	0,4
Zn	15	100	48,3	600	0,1	43,5	1,1
Pb	0,2	40	4,32	25	0,2	69,3	0,1
Cd	0,1	0,4	0,3	0,7	0,4	0,4	0,7
As	0,5	2,2	0,9	3	0,3	17,5	0,1
V	1	52,8	8,4	30	0,3	77	0,1
Hg	0,007	0,009	0,008	0,25	0,03	0,02	0,3

Расчёт фоновых показателей загрязнителей окружающей среды отражает исходную геохимическую обстановку изучаемой территории и в совокупности с изучением исходной экологической устойчивости территории даёт более широкое представление исследователю о природном потенциале отдельных компонентов окружающей среды.

3.1.7. Комплексная (интегральная) оценка исходного экологического потенциала территории

Общие оценки первичного комплексного экологического потенциала естественных геосистем (природных условий) представляют собой алгебраические суммы частных экологических оценок элементов (компонентов) геосистем. Для удобства полученная сумма баллов по каждому компоненту ландшафта переведена в пятибалльную шкалу и выражается в приведённых оценках, согласно таблице 3.9. Покомпонентный состав приведённых оценок представлен в таблице 3.10.

Таблица 3.9

Шкала приведения суммарных оценок экологического потенциала территории

Интервалы значений суммарных оценок	Балл в шкале приведения
-8 - -5	-2
-4 - -1	-1
0	0
+1 - +6	+1
+7 - +12	+2

Таблица 3.10

Покомпонентный состав приведенных оценок

Изучаемый компонент (система) устойчивости ландшафта	Суммарная оценка систем	Приведенная оценка
Литосфера	-2	-1
Геохимические показатели среды	-6	-2
Гидросфера	-13	-2
Атмосфера	-8	-2
Растительность	-1	-1

Выполненная многофакторная геоэкологическая оценка природных условий исследованной территории представляет собой оценку их исходного доантропогенного комплексного экологического потенциала. Ее можно воспринимать также как первичную экологическую емкость, устойчивость, чувствительность среды к антропогенным воздействиям.

Естественно, что общие оценки экологического потенциала слагаются из частных, поэтому они всегда должны рассматриваться вместе, давая возможность анализировать и конкретизировать вклад каждого отдельного средообразующего компонента в общий экологический потенциал элементарной ячейки площади.

3.2. Уровень антропогенной (техногенной) нагрузки на исследуемой территории

Для определения уровня антропогенной нагрузки (оценки техногеосистемы) применен тот же комплексный геоэкологический подход, что и для природной составляющей, который опирается на системный анализ и учитывает взаимодействие отдельных подсистем техносферы.

К подсистемам техносферы относятся: региональные геологосъемочные, поисковые и геофизические работы; добыча полезных ископаемых; виды использования земель; отрасли промышленности; плотность населения; транспорт и техногенные биогеохимические провинции (ТБГП). Воздействие почти всех видов антропогенной нагрузки носит негативный характер, что отразилось следующими баллами: 0 (нет воздействия), -1 (слабое), -2 (сильное воздействие).

В состав комплекса региональных геологических работ включены геологосъемочные, поисковые, а также наземные площадные и профильные геофизические работы (сейсморазведка (кроме МОГТ), магниторазведка, электроразведка, гравиразведка).

Началом структурно-тектонического районирования региона можно считать выделение здесь Н. С. Шатским (1932 г) крупной тектонической депрессии, входящей в систему мезозойских прогибов, обрамляющих с запада, севера и востока древнюю Сибирскую платформу. По мере геолого-геофизического изучения территории районирование уточнялось, детализировалось. В результате геолого-геофизических работ первого этапа исследований (1936-1953 гг.) были выявлены только основные черты глубинного строения региона, где был выделен Таймырский (Предтаймырский) прогиб, который, как считалось, состоит из двух изолированных впадин - Усть-Енисейской и Хатангской.

Нефтегазопромысловые работы в пределах территории проводятся с 1947 года, когда на Яковлевской площади в районе положительной гравитационной аномалии одновременно с сейсмическими работами началось структурно-колонковое бурение. За период с 1947 по 2003 г. проведен большой объем геологоразведочных работ (ГРР), в том числе бурение глубокой скважины Яковлевская-1, по результатам которых сделан прогноз перспектив нефтегазоносности мезозойских отложений.

Начиная с 2005 года, на участке проведены: гравиметрическая съемка, электроразведочные работы методом КМТЗ, сейсморазведочные работы МОГТ-2D, геоэлектрохимическая съемка, газогеохимическая съемка по методике GORETM, газогеохимическая съемка по грунтам геохимических скважин,

водногазогеохимическое опробование, переинтерпретация гравиметрических, магнитометрических материалов, закончены строительством поисковые скважины Байкаловская-1, Байкаловская-2.

В 2005 г. ЗАО КЦ «Росгеофизика» выполнены гравиметрическая съемка масштаба 1:50 000, электроразведочные работы методом КМТЗ в пределах Байкаловского локального поднятия, наземная геоэлектрохимическая съёмка в пределах Байкаловского и Яковлевских локальных поднятий.

ЗАО НТЦ «Росгеофизика» в 2005 г. выполнена переинтерпретация гравиметрических, магнитометрических материалов прошлых лет в совокупности с данными собственных наземных исследований. На основе материалов современных комплексных аэрогеофизических съемок составлен комплект сводных карт: магнитного поля и радиогеохимических полей (содержаний урана, тория, калия, мощности экспозиционной дозы), метана, пропана, радона, радиационной температуры в масштабе 1:200 000. Проведена интерпретация аэрогеофизических материалов с привлечением гравиметрических данных, построена структурно-тектоническая схема района.

В 2006 году по заказу ЗАО «Ванкорнефть» фирмой W.L. Gore & Associates была проведена газогеохимическая съемка по методике GORETM.

Сейсморазведочными работами МОВ, производство которых на участке началось в 1948 году, было подготовлено к глубокому бурению Яковлевское локальное поднятие (ЛП), выявлено Байкаловское ЛП. Всего на ЛУ отработано 358,7 пог. км сейсмопрофилей МОВ, что обеспечило среднюю плотность наблюдений 0,2 км/км². На Байкаловской структуре плотность наблюдений составила 0,56 км/км².

Изученность Байкаловской площади сейсморазведочными работами МОГТ неравномерна. Объем сейсморазведочных работ МОГТ к 2004 г. составил 679 пог. км профилей, средняя плотность профилирования 0,34 пог. км/км². По результатам этих работ подготовлен к глубокому бурению Яковлевский структурно-литологический объект и подтверждено Байкаловское локальное поднятие.

В 2007 году на Байкаловском поднятии началось бурение скважин. В результате бурения поисковой скважины Байкаловская-1, заложенной в сводовой части структуры, установлена промышленная нефтегазоносность нижнемеловых отложений.

В 2008 году выполнено газогеохимическое опробование шлама и керна вскрытого скважиной разреза, по результатам которого прогнозировалась перспективность коллекторов нижней толщи шуратовской свиты (пласты Нск-ХI – Нск-ХIV).

По результатам исследования скважины Байкаловская-1 выполнен подсчет запасов нефти, газа и конденсата с целью постановки на государственный баланс нового месторождения, выполненный в ООО «РН-КрасноярскНИПИнефть». Для оценки запасов нефти и газа произведена переинтерпретация данных сейсморазведочных работ, прослежены основные отражающие горизонты, составлена сейсмогеологическая модель месторождения, выполнена привязка отражающих горизонтов к разрезу скважины по данным ВСП.

На месторождении пробурена и находится в ликвидации поисково-оценочная скважина 2, вскрывшая при глубине 3003 м перспективные пласты шуратовской свиты. Из пластов Нск-VI1 и Бк-ХII получены промышленные притоки газа с конденсатом

К настоящему времени на территории Байкаловского месторождения пробурено 4 скважины, из которых 3 ликвидированы, 1 на консервации:

- скважина Байкаловская-1 (поисково-оценочная) – ликвидирована;
- скважина Байкаловская-2 (поисково-оценочная) – ликвидирована;
- скважина Байкаловская-3 (разведочная) – ликвидирована;
- скважина Байкаловская-4 (разведочная) – на консервации.

На Песчаном участке пробурена одна параметрическая скважина глубиной 2633 м, вскрывшая отложения суходудинской свиты нижнего мела.

На территории лицензионных участков были зафиксированы значительные превышения фоновых показателей в пробах почв, отобранных на промплощадках

скважин. В целом по промплощадкам показатель суммарного загрязнения (Z_c) варьирует от 3,2 до 54,3, со среднестатистическим показателем 14,7.

В пределах участка находится два населенных пункта: п. Байкаловск и с. Караул. Байкаловск входит в состав сельского поселения Караул, расстояние до которого 80 км. На 1 января 2011 года население Байкаловска составляло 131 человек, в том числе представителей коренных малочисленных народов Таймыра – 116. В поселке работают фельдшерско-акушерский пункт, начальная школа-сад, дом культуры и библиотека, почта, магазин, дизельная электростанция, участок ЖКХ. Налажена бесперебойная телефонная связь с г. Дудинка и другими городами России посредством спутникового оборудования. Жители обеспечиваются углём, дизельным топливом, в магазине имеется необходимый ассортимент продуктов и товаров первой необходимости. Основной вид деятельности - рыболовство и охотничий промысел. В последнее время в посёлке восстанавливаются малые семейно-родственные трудовые коллективы, занимающиеся именно этими промыслами.

В селе Караул имеется один детский сад, одна средняя общеобразовательная школа, дом культуры, две библиотеки и районная больница на 25 койко-мест, есть отделение связи, метеостанция, аэропорт. Численность населения на 01.01.2014 г. составляла 825 человек, в том числе представители коренных малочисленных народов Таймыра (318 человек): ненцы (279), долганы (29), нганасаны (1), энцы (9). Кроме того, в Карауле проживают русские, украинцы, белорусы, чуваша, немцы, литовцы, азербайджанцы, татары, башкиры, казахи. Расстояние от с. Караул до г. Дудинки – 150 км. Транспортное сообщение с посёлками сельского поселения Караул и г. Дудинка осуществляется: в летнее время на грузопассажирском судне и пароме, в зимнее время – вертолётom МИ-8. В ведении администрации п. Байкаловск находятся также посёлок Мунгуй и рыболовецкая точка Белый Яр. Административный центр г. Дудинка расположен в 175 км на юго-восток. Постоянная дорожная сеть на участке исследования отсутствует, передвижение к буровым зимой осуществляется по зимникам, в остальное время года - авиатранспортом.

Краткий обзор техносферы участка исследования с присваиваемой балльной и приведенной оценкой изучаемых компонентов представлен в таблице 3.11

Таблица 3.11

Показатели техносферы, количественные и качественные

Подсистема	Компонент	Оцениваемый признак	Приведённый показатель	Частная оценка (балл)
Техносфера	Региональные геологосъемочные и геофизические работы	Геологосъемочные работы	Масштаба 1:50 000	-1
		Наземные площадные и профильные работы	Сейсморазведка (кроме МОГТ)	-2
			Магниторазведка	-1
			Электроразведка	-1
	Полезные ископаемые (горнорудная промышленность)	Вид полезного ископаемого	Нефть	-2
			Мелкое	0
		Размеры месторождений	Законсервированные, опытно-эксплуатационное извлечение	-1
			Бурение скважин	0
	Использование земель	Виды	Одиночные скважины на нефть	-2
	Плотность населения*	Количество человек на 1 км ²	Менее 10 – слабое, незначительное воздействие	0
	Техногенные биогеохимические провинции (ТБГП)	Суммарный показатель загрязнения почвенного покрова элементами-токсикантами;	ТБГП с суммарным показателем загрязнения Zc более 128, уровень загрязнения высокий, очень высокий чрезвычайно опасный	-2
			ТБГП с Zc 64-128, уровень загрязнения средний умеренно опасный	-1
			ТБГП с Zc 1-64, уровень загрязнения низкий неопасный	0
	Транспорт (железные, шоссейные и грунтовые дороги), нефтепровод, газопровод	Плотность дорог, нефтепроводов, газопроводов, км/км ²	Отсутствие дорог, нефтепроводов, газопроводов	0
Суммарная оценка				-14
Приведённая оценка (согласно шкале приведения)				-2

3.3. Оценка состояния экологического равновесия. Современный экологический потенциал территории

Каждый природный регион имеет некоторые предельно допустимые уровни эксплуатации. Эти уровни определяются не только источниками

природного сырья и мерой их использования, но и величиной исходного (первичного) экологического ресурса (потенциала) территории.

Активное развитие нефтяной промышленности региона выдвигает необходимость интегральной оценки ее комплексного территориального экологического равновесия на основе составления баланса общего исходного экологического потенциала и интегральной хозяйственной нагрузки. Положительные значения баланса (то есть территориального экологического равновесия – ТЭР) свидетельствуют о наличии экологического потенциала (природного резерва) площади операционной ячейки; нулевые – о равновесии исходного экологического потенциала и антропогенной (техногенной) нагрузки; отрицательные – о превышении предельных допустимых уровней эксплуатации территории и ее экологической деградации.

К сожалению, изученный ландшафт имеет низкий экологический потенциал всех обследованных компонентов. Изначально благоприятная литогенная основа не сыграла основную роль в формировании общего баланса экологической устойчивости. Воздействие климатического фактора, доминирующего на территории, стало причиной неблагоприятной геохимической обстановки, формирования негативных экзогенных процессов. В совокупности с развивающейся нефтегазовой отраслью создаётся техногенный ландшафт с отрицательным балансом экологического равновесия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненная оценка первичного природного геоэкологического потенциала среды отражает различие природных условий и отрицательную устойчивость среды территорий к антропогенным нагрузкам, которые не находят отражения в известных экологических нормативах (предельно допустимых концентрациях – ПДК загрязнений в компонентах среды, предельно допустимых выбросах – ПДВ и сбросах – ПДС, и др.). По существу эта оценка характеризует исходную экологическую ёмкость среды ландшафта.

На основе изучения экологического баланса первичного природного потенциала и уровней антропогенной нагрузки покомпонентно доказано деградационное состояние ландшафта. Причиной нарушенного экологического равновесия послужила антропогенная деятельность и дефицитом первичного природного экологического потенциала. Отсутствие экологического резерва практически по всем компонентам обусловлено негативным влиянием климата. Таким образом, использование комплексной оценки экологического равновесия позволяет детально рассмотреть причины отрицательного экологического равновесия типичной тундры Приенисейской Сибири

Эта территория требуют дальнейшего изучения и разработки соответствующих мероприятий: реабилитационных, смягчающих негативное воздействие на наиболее нестабильные элементы устойчивости системы: почвенно-растительный покров, поверхностные отложения, мёрзлые породы и т.д.

В ходе исследования к существующей методике был добавлен новый компонент устойчивости ландшафта: анализ геохимической среднестатистической ассоциации элементов 3-4 класса опасности в поверхностных водах, отражающий количественно и качественно геохимическую обстановку поверхностных вод исследуемого ландшафта.

Основным итогом деятельности по нормализации неблагоприятной экологической ситуации должно являться достижение или поддержание такого

экологического баланса территории, при котором общий объём антропогенной (техногенной) нагрузки на окружающую среду будет меньше или равен её экологическому потенциалу (ресурсу). Для достижения такого баланса необходимо предварительное познание пространственной неравномерности природных условий и распределения хозяйственных нагрузок, а также пространственный анализ экологической ситуаций, что и является конечным результатом представляемой работы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арктика на пороге третьего тысячелетия (ресурсный потенциал и проблемы экологии). СПб, Наука, 2000.
2. Александрова В.Д. Геоботаническое районирование Арктики и Антарктики. - Л.: Наука, 1977.- 188 с.
3. Александрова Т.Д. Нормирование антропогенно-техногенных нагрузок на ландшафты как научная задача// Научные подходы к определению норм нагрузок на ландшафты. М.: ИГАН, 1988. С. 4-15.
4. Алексеенко В.А. Геохимия ландшафта и окружающая среда. М.: Недра, 1990. 142 с.
5. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия. М.: Логос, 2000. 627 с.
6. Анциферова О.В. и др. Оценка текущего фоновый уровня загрязнения окружающей среды на Муксунихском лицензионном участке. Красноярск, ГПКК «КНИИГиМС», 2014, 78 с.
7. Анциферова О.В. и др. Оценка текущего фоновый уровня загрязнения окружающей среды на Приозёрном лицензионном участке. Красноярск, ГПКК «КНИИГиМС», 2014, 80 с.
8. Анциферова О.В., Гаврилюк А.И. и др. Оценка текущего фоновый уровня загрязнения окружающей среды на Песчаном лицензионном участке. Красноярск, ГПКК «КНИИГиМС», 2014, 87 с.
9. Анциферова О.В., Гаврилюк А.И. и др. Оценка текущего фоновый уровня загрязнения окружающей среды на Иркинском лицензионном участке. Красноярск, ГПКК «КНИИГиМС», 2014, 79 с.
10. Арестова И.Ю. Оценка устойчивости тундровых экосистем с использованием геохимических и фитоиндикационных показателей : диссертация ... кандидата географических наук : 25.00.36. - Санкт-Петербург, 2003. - 171 с.
11. Барон В.А., Голицин М.С., Корнева Р.Г. и др. Толковый словарь по геоинформатике. М.: Геоинформмарк, 1993. 48 с.

- 12.Бирман Б.А., Бережная Т.В. Основные погодно-климатические особенности Северного полушария Земли.2014 год:Аналитический обзор/ФГБУ "ГМНИЦ РФ".-М.,2015.-64 с.
- 13.Блануца В.И. Об интегральной оценке степени изменения состояния окружающей среды // География и природные ресурсы. 1982. № 4. С. 82-90.
- 14.Бочкарева Т.В. Экологический «джинн» урбанизации. М.: Мысль, 1988. 270 с.
15. Васильевская В Д., Григорьев В.Я. Биологические показатели деградации и самовосстановления почвенно-растительного покрова тундр // Сибирский экологический журнал, 2002, № 3, с. 355-370.
- 16.Васильевская В.Д. Устойчивость почв к антропогенным воздействиям // Почвенно-экологический мониторинг и охрана почв. М., Изд-во МГУ, 1994. -с.61-79.
- 17.Гаврилюк А.И., Мартыанова М.В. Оценка геохимического состояния вод озёр тундровых ландшафтов // География и геоэкология на службе науки и инновационного образования: Материалы X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной Всемирному дню Земли и 60-летию кафедры экономической географии / отв. ред. М.В. Прохорчук; ред. кол; Красноярск. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. – Красноярск, 2015. Вып. 10. С. 47-49.
18. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. М.: Недра, 1990. 335 с.
- 19.Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. М.: Высш. шк., 1988. 328с.
- 20.Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. М.: Высш. шк., 1988. 328с.
- 21.Глазовская М.А. Методологические основы оценки эколого-геохимической устойчивости почв к техногенным воздействиям. М., изд-во МГУ, 1997.

22. Глазовская М.А. Опыт классификации почв мира по устойчивости к техногенным воздействиям. // Почвоведение, 1990, № 9. С. 82-96.
23. Глазовская М.А. Почвы мира. Т. 2 М., 1973.
24. Глазовская М.А. Принципы классификации почв по их устойчивости к химическому загрязнению // Земельные ресурсы мира; их использование и охрана. М., 1978. С. 85-99.
25. Глазовская М.А. Принципы классификации природных геосистем по устойчивости к техногенезу и прогнозное ландшафтно-геохимическое районирование // Устойчивость геосистем. -М., Наука, 1983 с. 61-78.
26. ГОСТ 17.1.5.05-85. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков. М., «Госстандарт», 1985, 5 с.
27. ГОСТ 17.1.5.05-85. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков. М., «Госстандарт», 1985, 5 с.
28. ГОСТ 17.4.1.02-83. Почвы. Охрана природы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. М., «Госстандарт», 1983, 5 с.
29. ГОСТ 17.4.3.01-83. Почвы. Общие требования к отбору проб. М., «Госстандарт», 1983, 5 с.
30. ГОСТ Р 51592-2000 Вода. Общие требования к отбору проб. М., «Госстандарт», 2000, 45 с.
31. ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб. М., «Госстандарт», 2000, 45 с.
32. Граве Н.А. Место и направление геокриологических исследований в проблеме охраны среды и рационального природопользования в обласивечной мерзлоты // Устойчивость поверхности к техногенным воздействиям в области вечной мерзлоты. Якутск, 1980. - с. 6-12.
33. Граве Н.А., Мельников П.И. Критерии и прогнозы устойчивости мерзлотных ландшафтов // Факторы и механизмы устойчивости геосистем. -М., 1989 с.163-171.

34. Гриценко А.И., Аكوпова Г.С., Максимов В.М. Экология. Нефть и газ. М., «Наука», 1997, 598 с.
35. Добровольский В.В. Основы биогеохимии: Учебное пособие для географических, биологических, геологических, сельскохозяйственных специальностей вузов. – М.: Высш. шк., 1998. 413 с.
36. Дышлюк С.С. Методика картографирования устойчивости речных систем: Автореф. на соиск. учен. Степ. канд. техн. наук // С.С. Дышлюк, - Новосибирск., 2008.- 24с.].
37. Заиканов В.Г., Минакова Т.Б. Геоэкологическая оценка территории. Ин-т геоэкологии РАН. – М.: Наука, 2005. – 319 с.
38. Исаченко А.Г. Географические основы концепции природопользования в регионе (на примере Северо-Запада РСФСР и Ладожского бассейна) // Геоэкология: Региональные аспекты. Л.: АН СССР, ГО СССР, 1990. С. 9-18.
39. Каббата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.
40. Ковалев А.В. Региональные аспекты углеродного баланса и глобальные изменения климата // Проблемы использования и охраны природных ресурсов Центральной Сибири. Вып. 3. Красноярск: КНИИГиМС, 2001. С. 236.
41. Коротный Л.М., Безруков Л.А. Водные ресурсы Ангаро-Енисейского региона (геосистемный анализ). Новосибирск: Наука, 1990. 214 с.
42. Кофф Г.Л., Кожевина Л.С., Жигалин А.Д. Общие принципы оценки устойчивости городской экосистемы // Геоэкология. 1997. №4. С. 65-71.
43. Латош В.Е. Теоретические основы критериального ранжирования процессов природопользования. М.: ВИНТИ, 1998. 96 с.
44. Методические рекомендации по геохимической оценке источников загрязнения окружающей среды. М., «ИМГРЭ», 1982, 66 с.

45. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами, утв. Главным государственным санитарным врачом СССР 13.03.87 N 4266-87 (ред. от 07.02.99). М., 1987, 25 с.
46. Мирошников А.Е., Прохоров В.Г., Стримжа Т.П. и др. О комплексной оценке состояния природной среды по результатам геолого-экологических исследований // Геоэкол. Исследования и охрана недр. 1991. №2. С. 20-27.
47. Мирошников А.Е., Стримжа Т.П., Смолянинова Л.Г., Анциферова О.В., Кочнева Н.А., Кузнецов В.В., Максимова С.В. Оценка территориального экологического равновесия Центральной Сибири. Красноярск: КНИИГиМС. 2003, 192 с.
48. Мыларщиков А.М. Оценка фонового уровня загрязнения компонентов природной среды в пределах Байкаловского лицензионного участка. ООО «РАСТАМ-Экология», 2011. Архив заказчика.
49. Новосельцев В.Н. Теория управления и биосистемы. Анализ сохранительных свойств. М.: Наука, 1977.
50. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. Приказ Федерального агентства по рыболовству № 20 от 18.01.2010 г.
51. Перельман А.И. Геохимия. М.: Высш. Шк., 1975. 375 с.
52. Принципы и методы геосистемного мониторинга. М.: Наука, 1989. 168 с.
53. Работнов Т.А. Опыт использования экологических шкал для изучения патентности растений // Экология. 1993. № 1. С. 11-17.
54. Растительный покров СССР. Пояснительная записка к «Геоботанической карте СССР» М-б 1: 4000000 /Под. ред. Е.М. Лавренко, В.Б. Сочавы. - М.: Изд-во АН СССР, 1957. Т. 1,460 е., Т. 11,461-972 с.
55. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. Утв. Госкомгидрометом СССР 01.06.1989, Утв. главным государственным

- санитарным врачом СССР 16.05.1989 (ред. от 01.02.2006). М., 1991, 575 с.
56. Реймерс Н.Ф. Экологизация: Введение в экологическую проблематику. М.: радио и связь, 1992. 320 с.
57. Рысин Л.П. Тип экосистемы как элементарная единица в оценке биоразнообразия на экосистемном уровне // Экология. 1995. №4. С. 259-262.
58. Сальников С.Е., Губанов М.Н., Масленникова В.В. Комплексные карты охраны природы: содержание и принципы разработки. М.: Изд-во МГУ, 1990. 128 с.
59. Светлосанов В.А. Устойчивость и стабильность природных экосистем. М., 1990. 199 с.
60. Семенов Ю.М., Мартынов А.В. Ландшафтные подходы к обоснованию норм техногенного воздействия на геосистемы // География и природные ресурсы. 1994. № 1. С. 15-21.
61. Слинко О.В., Сусков И.И. Оценка опасности процессов подтопления // Геоэкология. 2001. №3. С. 260-267.
62. Снытко В.А., Семенов Ю.М., Мартынов А.В. Ландшафтно-геохимический анализ геосистем КАТЭКа. Новосибирск: Наука, 1987. 110 с.
63. Солнцева Н.П. Геохимическая устойчивость природных экосистем к техногенным нагрузкам (принципы и методы изучения, критерии прогноза) // Добыча полезных ископаемых и геохимия природных экосистем. М., Наука, 1982. С. 181-216.
64. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1978. -319с.
65. Требования к оценке геоэкологического состояния и мониторингу месторождений углеводородов. М., 2002, 103 с.
66. Чеха В.П., Шапарев Н.Я. Экология. Ландшафтная характеристика и природные ресурсы Красноярского края. М., «Наука», 1997, 598 с.

67. Ярошевский А. А. Кларки геосфер // Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых. – М.: Недра, 1990. – С. 7–14.
68. Miroshnikov A.E., Smolyaninova L.G., Kochneva N.A. Geoecological potential of underground and surface waters of the Yenisei river basin /Intracontinental palaeohydrology and river valley geomorphogenesis. International field conference, July 24 – August 5. Krasnoyarsk, KSU, 2001. P. 41-47.